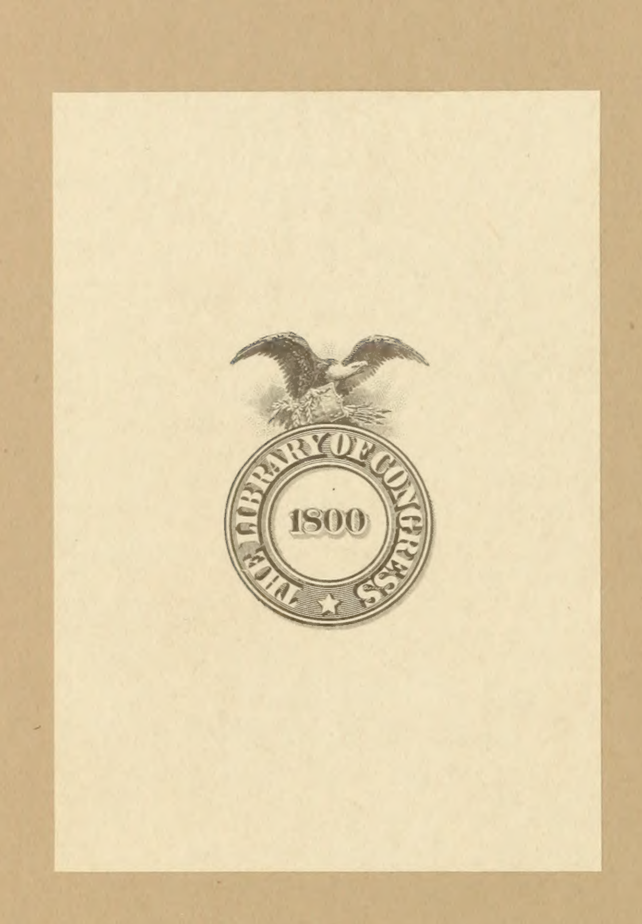
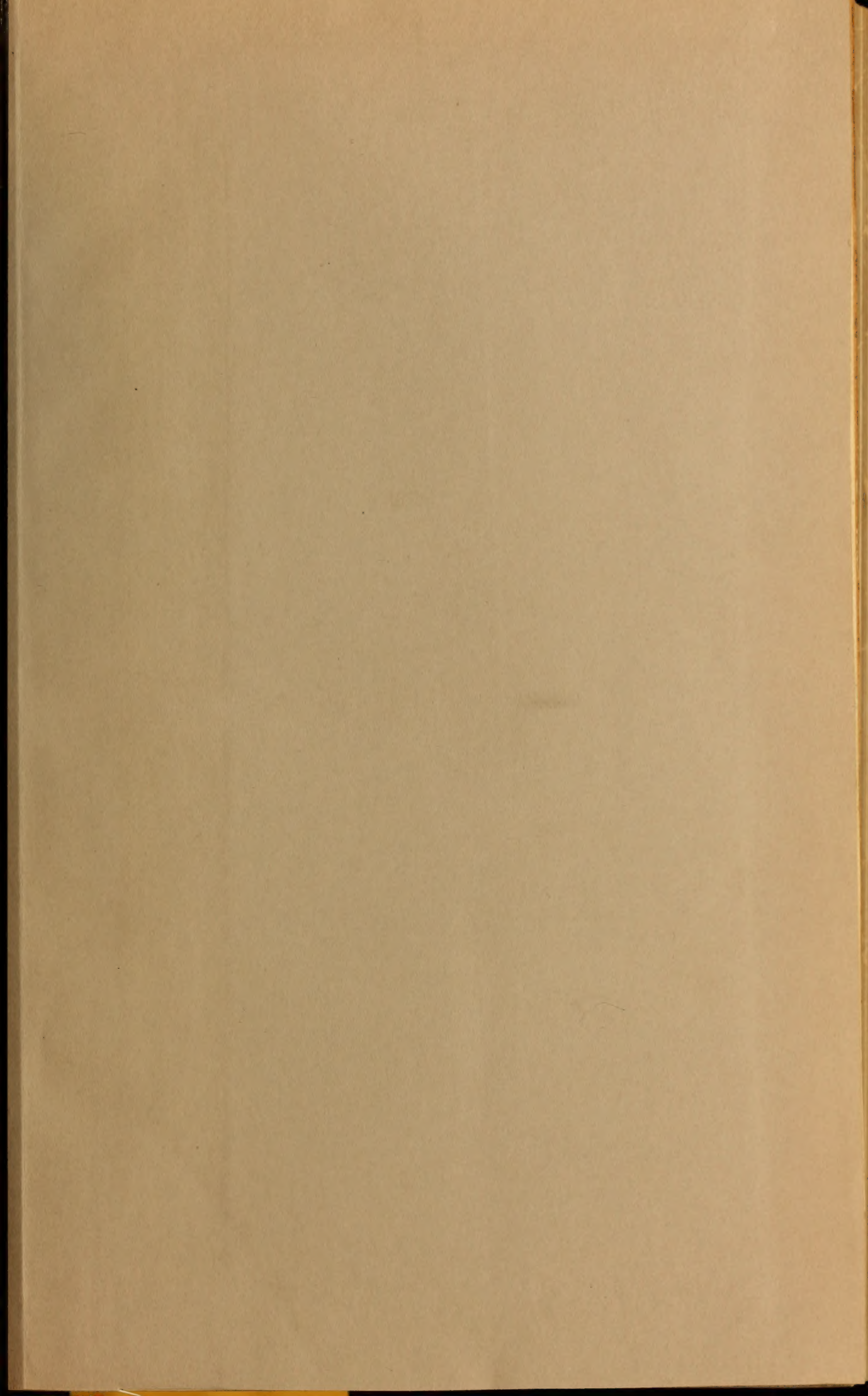
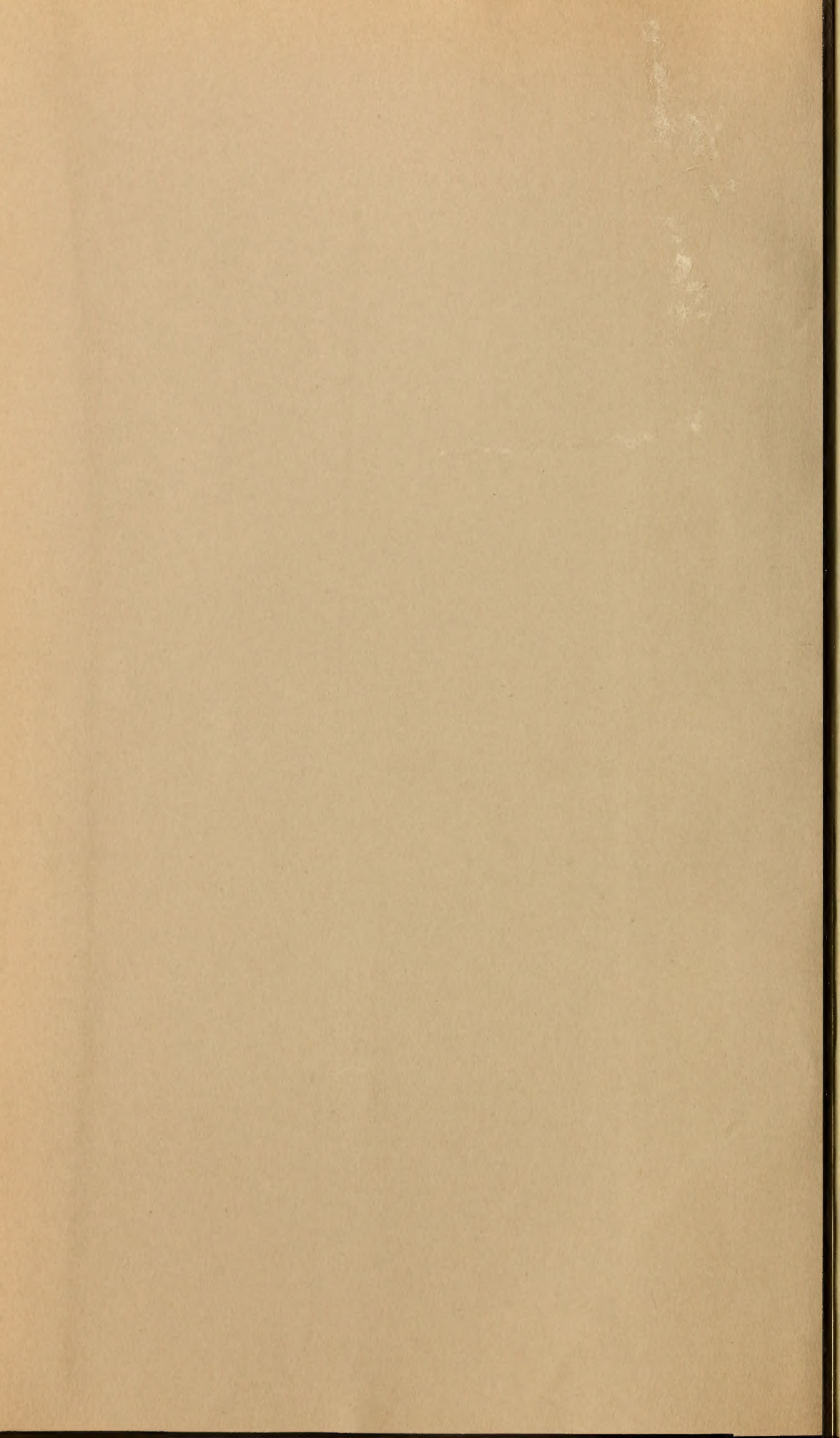
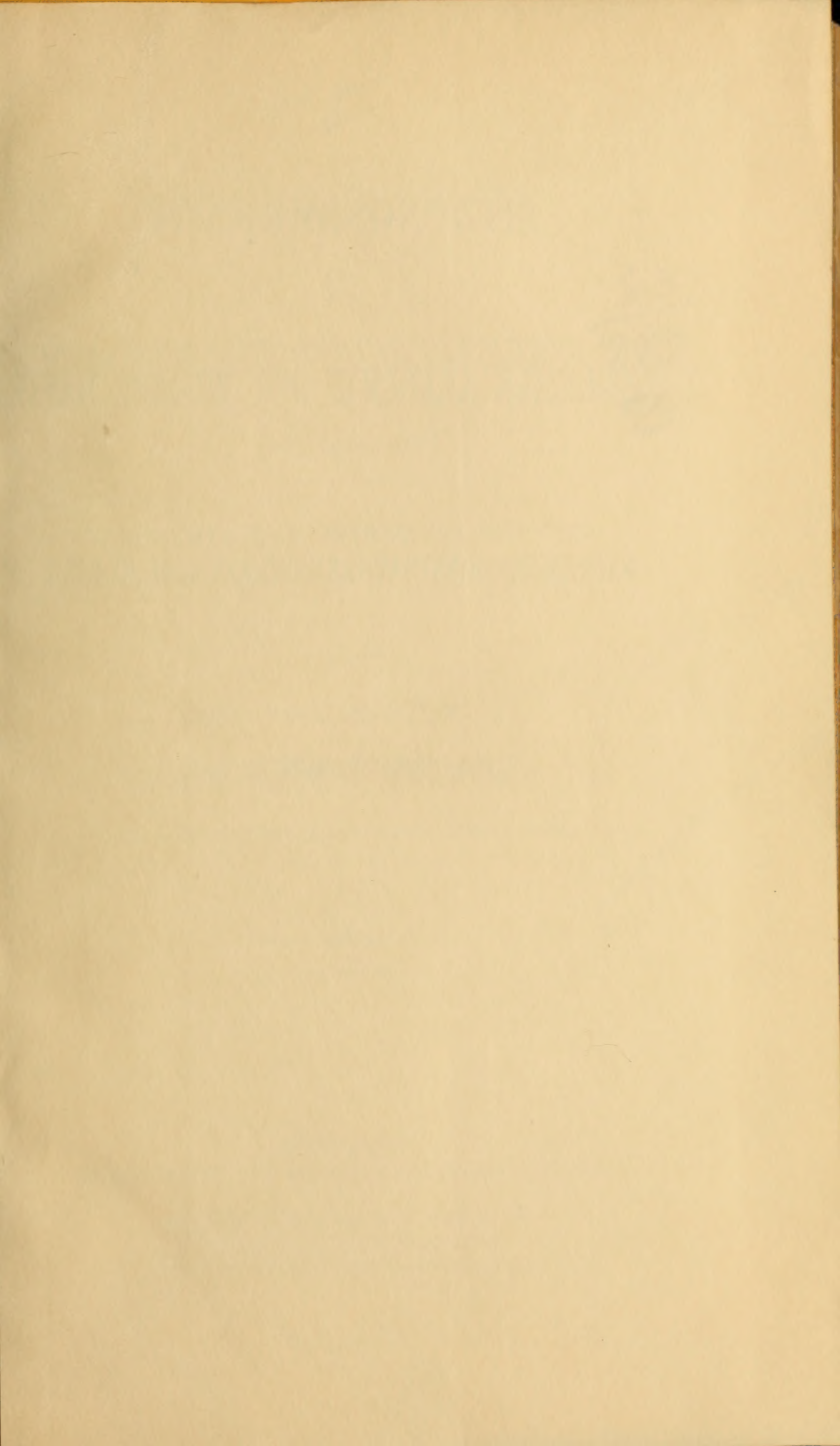
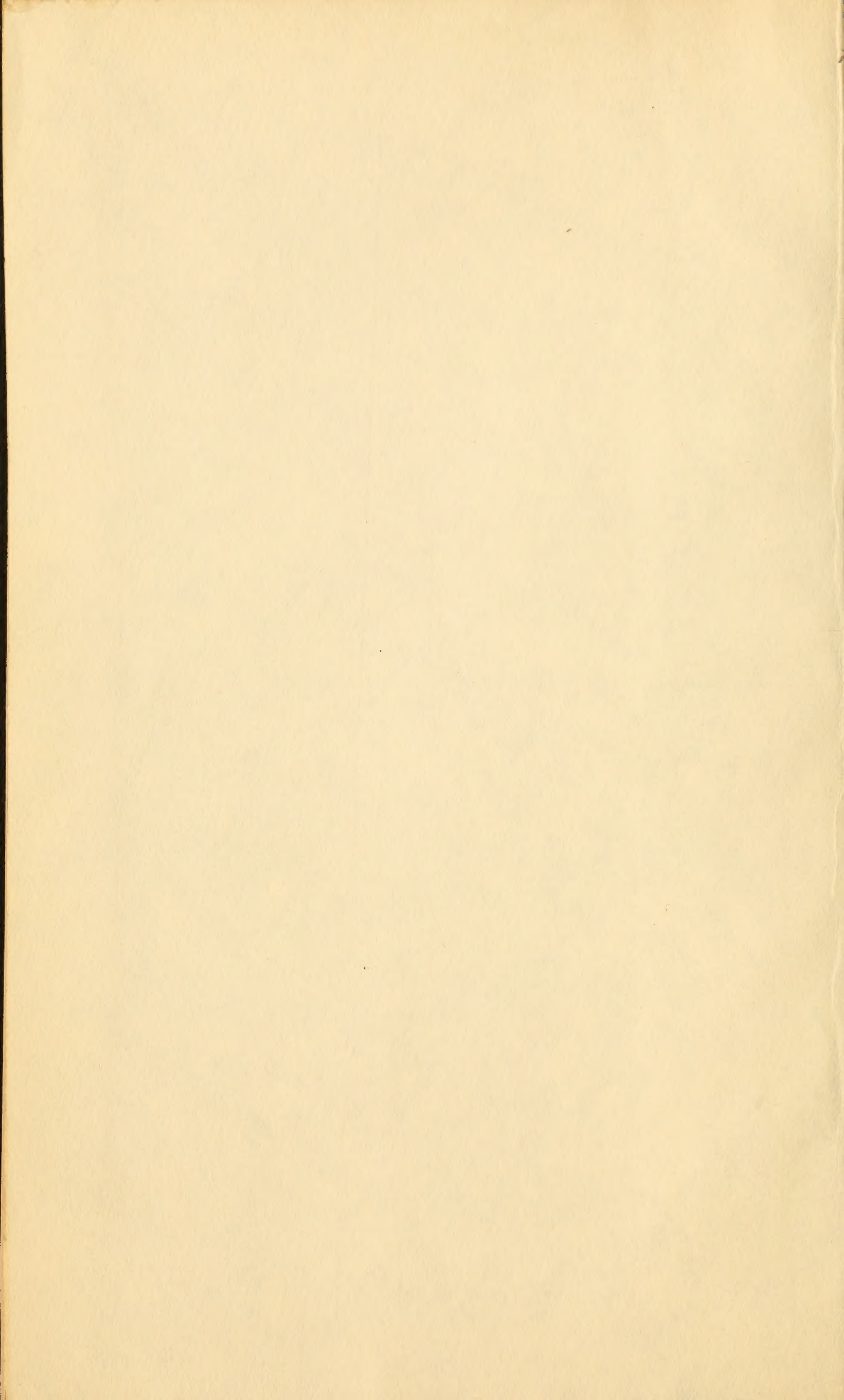

THE LIBRARY OF CONGRESS
1800









SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

HUNDERTNEUNZEHNTER BAND.

WIEN, 1910.
AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

CXIX. BAND. ABTEILUNG I.

JAHRGANG 1910. — HEFT I BIS X.

(MIT 3 DOPPELTAFELN, 25 TAFELN UND 75 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1910.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

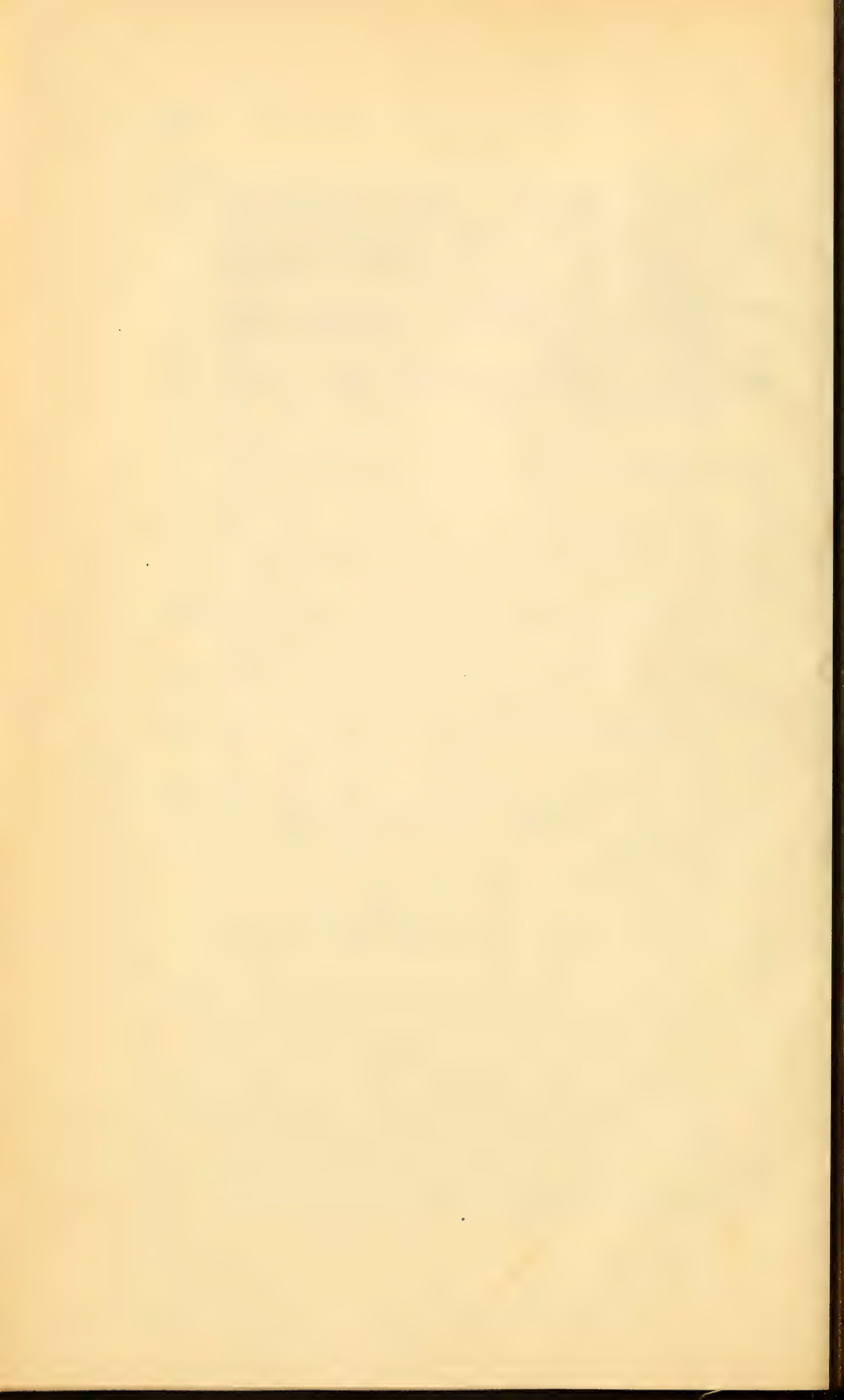
IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT.

Seite





SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

CXIX. BAND. ABTEILUNG I.

JAHRGANG 1910. — HEFT I BIS V.

ERSTER HALBBAND.

(MIT 13 TAFELN UND 50 TEXTFIGUREN.)



WIEN, 1910.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

HUNDERTNEUNZEHNTER BAND.

WIEN, 1910.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.



INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. I. HEFT.

JAHRGANG 1910. — JÄNNER.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 3 TAFELN UND 18 TEXTFIGUREN.)





WIEN, 1910.
AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT

des 1. Heftes, Jänner 1910, des CXIX. Bandes, Abteilung I, der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Preis des ganzen Heftes: 3 K 15 h — 3 M 15 pf.

SITZUNGSBERICHTE

DER

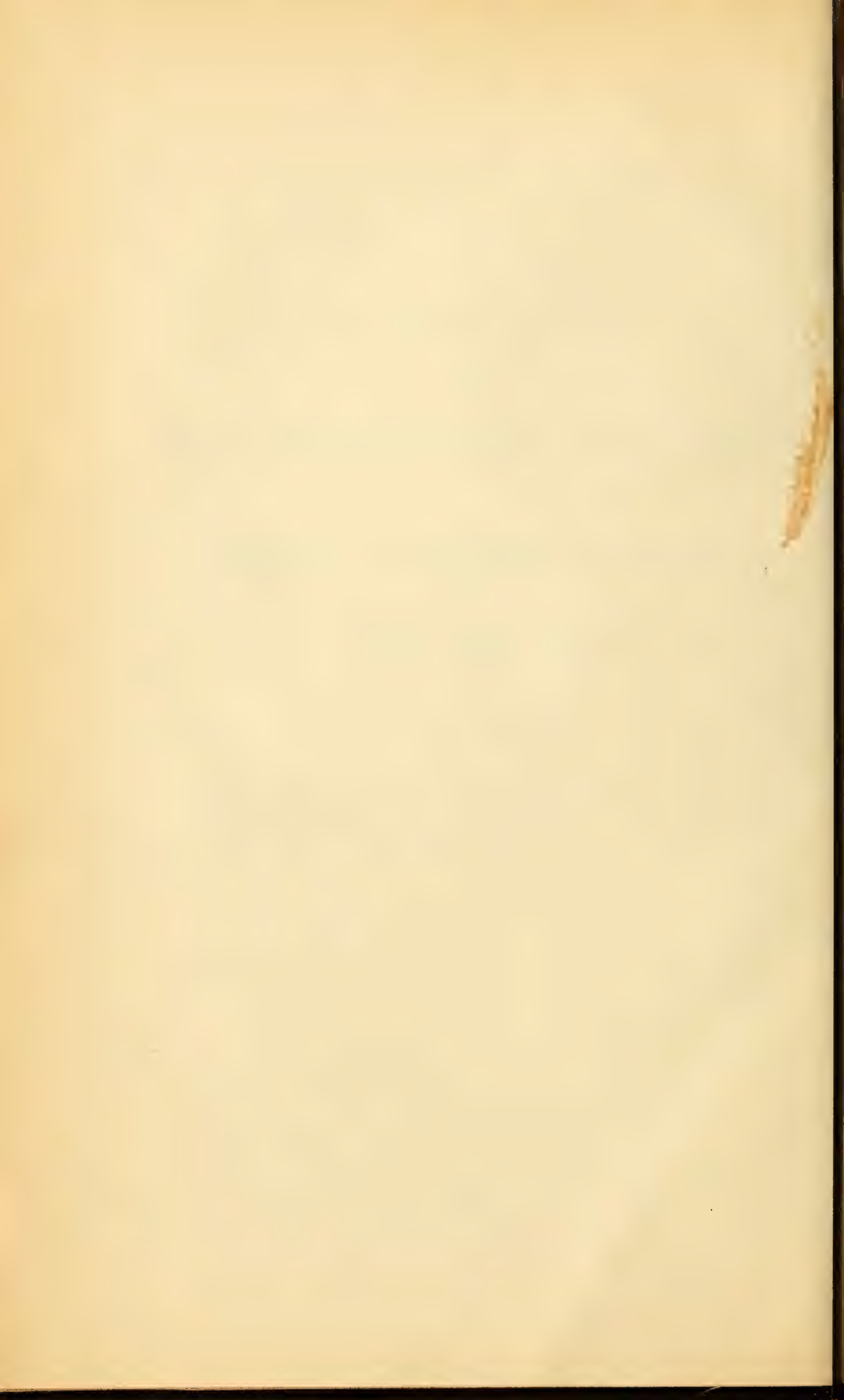
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. I. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.



Über den Funktionswechsel der Spaltöffnungen in der Gleitzone der Nepenthes-Kannen

von

Dr. O. Bobisut.

Aus dem botanischen Institute der k. k. Universität Graz.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. Februar 1910.)

Nach K. Göbel[1] zerfällt das Innere der *Nepenthes*-Schläuche in zwei Zonen, welche man leicht schon mit bloßem Auge unterscheiden kann: in die Drüsenzone und in die Gleitzone. Übrigens gibt es auch Arten, bei welchen eine solche Differenzierung des Schlauchinnern in zwei Zonen nicht vorkommt, sondern das ganze Schlauchinnere mit den charakteristischen Drüsen besetzt ist. *(Nepenthes ampullaria* und *Hockeri.)* »Die beiden Zonen sind nicht nur daran zu erkennen, daß die zahlreichen Drüsen der Drüsenzone als dunklere Punkte hervortreten, sondern auch an der verschiedenen Färbung. Die Gleitzone hat einen weißlichen, von einem Wachsüberzug herrührenden Schimmer, welcher der Drüsenzone fehlt«. Sie besitzt keine Drüsen »wohl aber eine Anzahl kleiner, halbmondförmiger Zellen, die etwas über die anderen vorspringen. Es ist nicht mit Sicherheit zu sagen, was die Funktion dieser Gebilde sein mag. Mit der Wachsausscheidung, als deren Sitz man sie betrachtet hat, haben sie nichts zu tun. Möglicherweise stehen sie mit dem Gasaustausch in Beziehung, wenigstens wird Luft unter den halbmondförmig vorspringenden Zellen festgehalten.«

[1] K. Göbel, Pflanzenbiologische Schilderungen, II. T., p. 107.

Eine andere Ansicht hat Haberlandt[1] geäußert; er bringt sie nämlich mit dem Insektenfang in Beziehung. »Ahnungslos stürzt das kleine Insekt von dem gerippten, glatten Kragen hinein in die Kanne, wo es in der von eigenen Drüsen ausgeschiedenen, etwas schleimigen Flüssigkeit ertrinkt. Seine Rettungsversuche scheitern an der Glattheit der wachsüberzogenen Innenwände im oberen Teile der Kanne, wo kleine halbmondförmige Zellen mit ihren nach unten gekehrten Konkavitäten zwar das Herabkriechen eines kleinen Insekts erleichtern, das sich mit seinen Krallen daran festklammern kann, wogegen sie beim Emporklettern keine Stützpunkte abgeben.« Bei der mikroskopischen Untersuchung, die Herr Hofrat Prof. Dr. Haberlandt vorgenommen hat, zeigte sich, daß die in Rede stehenden halbmondförmigen Zellen nichts anderes als die Schließzellen ganz merkwürdig metamorphosierter Spaltöffnungsapparate sind; er hat darüber bereits in der 4. Auflage seiner physiologischen Pflanzenanatomie, p. 432, kurz berichtet. Auf seine Anregung hin habe ich diese Spaltöffnungen bei *Nepenthes Rafflesiana* genauer untersucht und teile im nachstehenden das Ergebnis mit. Die Untersuchungen beziehen sich zunächst auf Kannen der im Gewächshause des botanischen Gartens zu Graz gezogenen Exemplare.

Die meisten Spaltöffnungen der Gleitzone sind bei dieser Art vollkommen metamorphosiert, doch zeigt eine geringe Anzahl verschiedene Stufen der Umbildung. Das erste Stadium kennzeichnet sich dadurch, daß die Schließzellen funktionsunfähig geworden sind und daß daher ein Öffnen und Schließen der Spalte unmöglich ist. Dazu tritt noch bei deutlicher Differenzierung beider Schließzellen fast immer eine von den normalen Verhältnissen abweichende Lagerung derselben. Die als »halbmondförmig« bezeichnete Schließzelle befindet sich nicht mehr seitlich neben ihrer Schwesterzelle, sondern kommt nahezu ausnahmslos über derselben zu liegen. Es lassen sich verschiedene Grade dieses Emporrückens der einen Schließzelle beobachten. Im extremsten Falle, der der häufigste ist, liegt die obere Zelle in ihrer ganzen Höhe über der unteren,

---

[1] Haberlandt, Eine botanische Tropenreise, Leipzig, 1893, p. 227.

so daß der ganz asymmetrisch gewordene Apparat auf dem Querschnitt ein höchst sonderbares Aussehen darbietet. Fig. 1 zeigt den allerdings sehr seltenen Fall, in dem noch beide Schließzellen nebeneinander gelagert sind. Dabei kommt es jedoch schon zu einem merklichen Überragen der rechten über die linke Schließzelle. In Fig. 2*a* ist ein Apparat abgebildet, bei welchem die Eisodialöffnung sehr weit und der Vorhof normal ausgebildet ist. Bei Einstellung auf die Zentralspalte sieht man, daß sie sehr eng ist (Fig. 2*b*), der kaum mehr differenzierte Hinterhof ist geschlossen. Die Querschnittsansicht in Fig. 3 zeigt einen der seltenen Fälle, in welchen beide Schließzellen deutlich erkennbar nebeneinander lagern. Der Vorhof ist noch normal entwickelt, jedoch die Zentralspalte und der Hinterhof kommen nicht mehr zur Ausbildung. Die Cuticularhörnchen sind in allen diesen Fällen deutlich ausgeprägt, das der nach oben zu liegenden Schließzelle jedoch bedeutend stärker entwickelt als das der unteren. Die Bauchwände der Schließzellen sind stets cutinisiert. Ist auch ein Hinterhof schwach angedeutet, so erstreckt sich die Cutinisierung auch auf diesen. Dazu kommt noch bei den meisten Stadien dieser ersten Umbildungserscheinungen ein schon merklicher Unterschied in der Querschnittsgröße der beiden Schließzellen. In Fig. 3 sind die beiden Zellen an Größe einander noch annähernd gleich. In der Querschnittsansicht Fig. 4 wird der Größenunterschied schon deutlicher; die tieferliegende Schließzelle nimmt an Größe mehr und mehr zu, während die obere an Größe auch auf den letzten Stufen der Umbildung annähernd dieselbe bleibt. Auf den weiteren Stufen der Metamorphose zeigt sich, daß die tieferliegende Schließzelle immer mehr und mehr den Charakter einer solchen aufgibt.

Es wurde bereits erwähnt, daß die untere Schließzelle auf dem Querschnitte größer wird; zugleich mit dieser Erscheinung macht sich ein auffallendes Kleinerwerden ihres Cuticularhörnchens geltend (Fig. 6 und 7). Schließlich ist dasselbe nur mehr als äußerst kleiner spitzer Cuticularvorsprung zu erkennen (Fig. 7), um schließlich ganz zu verschwinden (Fig. 8 und 9). Die so rückgebildete Schließzelle ist dann kaum mehr von den benachbarten Epidermiszellen zu unterscheiden.

Neben diesen Umgestaltungen der tiefer liegenden bemerkt man jedoch auch Gestaltsveränderungen der oberen Schließzelle. Im medianen Querschnitt bleibt, wie bereits erwähnt, das Lumen dieser Zellen annähernd gleich groß. Die Länge der schlauchförmig gekrümmten Zellen wird jedoch größer; weiterhin nimmt man auch in vielen Fällen eine schwach keulenförmige Verdickung ihrer sich immer mehr und mehr abrundenden Enden wahr. (Fig. 10.) Die abgerundeten Enden ragen auch, wie auf Oberflächenschnitten deutlich sichtbar ist, ganz beträchtlich über das Niveau der benachbarten Epidermiszellen empor. Was die Ausbildung des Cuticularhörnchens, respektive der Cuticularleiste auf dieser Stufe der Umbildung betrifft, so tritt ein stetiges Breiterwerden derselben ein; als scharf zugeschliffene Leiste ragt sie ziemlich weit über die untere Schließzelle vor. Ferner läßt sich auch leicht konstatieren, daß sich unter den umgebildeten Spaltöffnungen, und zwar in allen Stadien der Metamorphose gar keine Atemhöhle mehr befindet, sondern daß hier eine Epidermiszelle oder auch ein bis zwei Parenchymzellen der Kannenwand ganz lückenlos an den Spaltöffnungsapparat grenzen. Ob der in Fig. 7 dargestellte kleine Interzellularraum zwischen den beiden Schließzellen und einer Epidermiszelle als Rest einer inneren Atemhöhle zu deuten wäre, bleibt dahingestellt.

Was schließlich den Inhalt der beiden Schließzellen betrifft, so zeichnet sich derselbe stets durch einen wohl entwickelten Protoplasten mit typischem Zellkern aus. Auch konnte ich in sehr vielen Fällen das Auftreten von Stärke in beiden Schließzellen feststellen.

Das Vorkommen dieser Apparate beschränkt sich nur auf die »Gleitzone«. Die Apparate sind hier gleichmäßig verteilt und stets so orientiert, daß die konvexe Rückenseite der halbmondförmig gekrümmten oberen Schließzelle nach oben, d. h. dem Kannenrande, ihre konkave mit der scharfen Cuticularleiste versehene Bauchwand dagegen nach unten, d. h. dem Kannenboden zugekehrt ist. (Fig. 12.)

Die einen opalisierenden Glanz aufweisende Wachsausscheidung ist ein Körnerüberzug, welcher die Gleitzone in ihrer ganzen Ausdehnung bedeckt. Bemerkenswert ist, daß derselbe

dort, wo die untere Schließzelle noch eine, wenn auch schwache Cuticularleiste besitzt, diese gänzlich umgibt. (Fig. 4, 5, 6 und 7.) Die Unebenheit, die durch die Leiste bedingt wird, erscheint so gänzlich ausgeglichen.

An Kannen von *Nepenthes Rafflesiana,* die Herr Hofrat Prof. Haberlandt aus dem Berggarten von Tjibodas auf Java mitgebracht hatte, konnte ich trotz sorgfältiger Untersuchung die vorstehend beschriebenen Übergangsstufen der Metamorphose des Spaltöffnungsapparates nicht auffinden. Es war ausnahmslos nur die letzte Stufe der Umwandlung, wie sie in den Figuren 8 und 9 dargestellt ist, zu beobachten. Daraus scheint hervorzugehen, daß an dem Grazer Exemplar infolge der veränderten Lebensbedingungen teilweise Rückschläge in der Ausbildung des umgewandelten Spaltöffnungsapparates aufgetreten sind.

Es frägt sich nun, was für eine Funktion diesen metamorphosierten Spaltöffnungen zukommt.

Mit dem Gasaustausch können sie aus verschiedenen Gründen nicht in Beziehung gebracht werden. Vor allem besitzen sie keine inneren Atemhöhlen und stellen überhaupt keine Spaltöffnungen mehr dar. Das Parenchym der Kanneninnenseite besitzt überdies nur ein schwach ausgebildetes Interzellularsystem und ist chlorophyllos. Mit dem Assimilationsgaswechsel hätten also diese Spaltöffnungen, selbst wenn sie funktionsfähig wären, kaum etwas zu tun. Dazu ist zu bemerken, daß die chlorophyllführende Außenseite der Kanne eine große Anzahl normal ausgebildeter Spaltöffnungen (Fig. 12) besitzt, die dem Gaswechsel der Kannenwände vollkommen genügen dürften.

Da auch sonst eine rein physiologische Funktion der metamorphosierten Spaltöffnungen nicht ausfindig zu machen ist, so wird ihre Bedeutung wohl auf ökologischem Gebiete zu suchen sein. Vor allem ist daran festzuhalten, daß sie eine Eigentümlichkeit der »Gleitzone« sind. Eine solche Gleitzone besitzen, wie Göbel[1] gezeigt hat, auch die Schläuche der *Sarracenia*-Arten; sie besteht »aus Zellen mit dachziegelig

---

[1] Göbel, Pflanzenbiologische Schilderungen, II. Teil, p. 88.

angeordneten, nach unten gerichteten Vorsprüngen, welche einem Insektenfuße keinen Halt geben«. Dazu wäre ergänzend zu bemerken, daß allerdings an der Schlauchwand emporkriechende, also auf der Flucht begriffene Insekten an den nach abwärts gerichteten Vorsprüngen keinen Halt finden können, daß aber abwärts kriechende Insekten sich an den Vorsprüngen leicht festklammern können.

Als eine analoge Einrichtung sind nun, wie schon Haberlandt betont hat, die metamorphosierten Spaltöffnungen der *Nepenthes*-Kannen aufzufassen. Die nach abwärts gekehrten scharfkantigen Cuticularleisten der oberen Schließzellen entsprechen den nach abwärts gerichteten Vorsprüngen der Gleitzone in den *Sarracenia*-Schläuchen. Beim Emporkriechen können die nach abwärts gerichteten Cuticularleisten der oberen halbmondförmigen Schließzelle keine Stützpunkte abgeben. Die kleinen Leistchen der unteren rückgebildeten Schließzelle könnten allerdings ein Anklammern ermöglichen. Gewöhnlich wird aber ihre Ausbildung ganz unterdrückt. Ist die Rückbildung jedoch noch nicht so weit gediehen, was nur vereinzelt vorkommt, so verdecken die hier angehäuften Wachskörnchen ringsum die schwache Cuticularleiste und es kommt hier eine kontinuierliche glatte Fläche zustande. Ein Abwärtskriechen der Insekten wird aber möglich sein, da sich dieselben dabei an den Cuticularleisten der oberen Schließzellen wie an Klammern festhalten können. Haberlandt hat deshalb diese Zellen direkt als »Klammerzellen« bezeichnet.

Um festzustellen, in welcher Weise die Beschaffenheit der Gleitzone unabhängig vom Wachsüberzuge das Auf- und Abwärtskriechen von Insekten beeinflußt, stellte ich folgenden Versuch an. Nach Entleerung der Kanne wurde der Wachsüberzug der Gleitzone durch Behandlung mit Chloroform oder Äther gelöst und nach vollständiger Verdampfung des Lösungsmittels brachte ich kleine Ameisen und andere Tierchen (Asseln, Käfer, Blattläuse) in die Kanne. Trotz wiederholter sichtlicher Anstrengungen war es den Versuchstieren nicht möglich, den Rand der Kanne zu erklimmen. Gewöhnlich glitten die Tiere, kaum daß sie den unteren Rand der Gleitzone erreicht hatten, auch schon ab und stürzten in den bauchigen unteren

Teil der Kanne hinunter. Daraus geht deutlich hervor, daß die emporkriechenden Insekten an den nach abwärts gerichteten Cuticularleisten der oberen Schließzellen keinen Halt finden. Allein auch ein Abwärtskriechen der Tiere vom Kannenrande aus war unmöglich. Kaum hatten sie ein kurzes Stück der Gleitzone betreten, so glitten sie aus und stürzten in den Bauchteil der Kanne ab. Natürlich beweist dieser Versuch nicht, daß die oberen Schließzellen mit ihren scharfen Cuticularleisten zum Anklammern untauglich sind. Vielleicht konnten nur die zu den Versuchen benutzten, bei uns einheimischen Insekten davon keinen Gebrauch machen. Nur Versuche mit Tieren, die in den natürlichen Verbreitungsgebieten der *Nepenthes*-Arten zu Hause sind, könnten darüber Aufschluß geben.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Oberflächenansicht einer teilweise umgebildeten Spaltöffnung von *Nepenthes Rafflesiana.* (Beide Schließzellen, deutlich ausgebildet, liegen in der Oberflächenansicht noch nebeneinander.)

Fig. 2 *a*. Spaltöffnungsapparate bei hoher Einstellung mit weiter Eisodialöffnung.

Fig. 2 *b*. Derselbe Apparat bei Einstellung auf die Zentralspalte.

Fig. 3. Querschnittsansicht eines teilweise umgebildeten Apparates, die Schließzellen liegen noch nebeneinander.

Fig. 4. Querschnittsansicht einer stärker umgebildeten Spaltöffnung. Cuticularhörnchen der unteren Schließzelle noch deutlich ausgebildet. Zentralspalte und Hinterhof sind noch angedeutet.

Fig. 5. Desgleichen; Cuticularhörnchen der unteren Schließzelle schwächer ausgebildet; Zentralspalte und Hinterhof nicht mehr vorhanden.

Fig. 6 und 7. Desgleichen; Cuticularhörnchen der unteren Schließzelle nur noch schwach angedeutet.

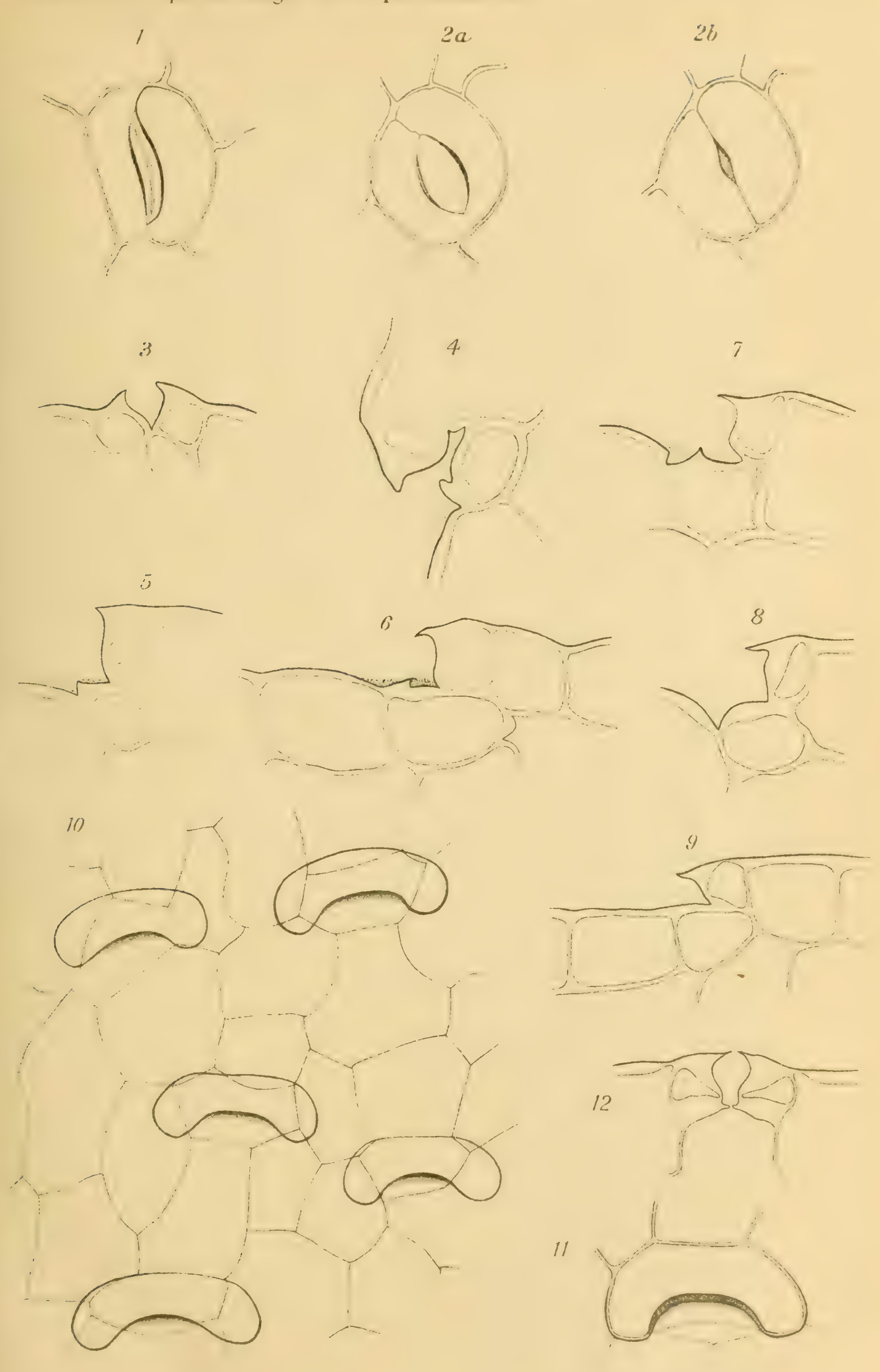
Fig. 8 und 9. Vollständig umgebildete Spaltöffnungen; die untere Schließzelle ist von den ihr benachbarten Epidermiszellen kaum mehr zu unterscheiden.

Fig. 10. Oberflächenansicht einer Partie aus der Gleitzone von *Nepenthes Rafflesiana.*

Fig. 11. Oberflächenansicht einer vollständig umgebildeten Spaltöffnung; Cuticularleiste der halbmondförmigen Zelle sehr breit.

Fig. 12. Querschnitt durch das Mittelstück einer normalen Spaltöffnung der Kannenaußenseite von *Nepenthes Rafflesiana.*

Bobisut, O.: Spaltöffnungen der Nepentheskannen.



O. Bobisut del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Über Bakterienzoogloeenbildung an den Wurzeln der Gerstenpflanze

von

Dr. Heinrich Zikes,

Privatdozent der Bakteriologie an der k. k. Wiener Universität.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Wiener Universität.

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Jänner 1910.)

Aus zahlreichen Arbeiten der neueren Literatur geht mit großer Bestimmtheit hervor, daß gewisse Pflanzen oder pflanzliche Produkte, wie Früchte, als Aufenthaltsort ganz bestimmter Bakterienarten aufgefaßt werden müssen. So fand Beijerinck (1) verschiedene Arten von Buttersäurebakterien auf Getreidekörnern, Fribes (2) beobachtete den Erreger der Flachsröste regelmäßig auf Flachsblättern, Behrens (3) konnte ein ständiges Vorkommen einer die Hanfröste verursachenden Bakterienart auf den Blättern des Hanfes beobachten. Burri (4) sah eine Anzahl typischer Bakterienarten, wie den *Bacillus mesentericus aureus* (Winkler), das *Bacterium fluorescens*, *Bacterium putidum* regelmäßig auftreten, als er größere Versuchsreihen zu dem Zwecke anstellte, um den Keimreichtum verschiedener Laubblätter, Blätter von Gemüsen und Futterpflanzen, von Gras- und Kleearten kennen zu lernen. Er fand hierbei, daß der Keimgehalt auf Blättern überhaupt außerordentlich hohe Zahlen aufweist, unter welchen mehrere Millionen Keime pro Gramm völlig gesunder Blätter keine Seltenheit waren. Burri sprach daher die Meinung aus, daß »das Bild der Bakterienflora einer Pflanze nicht die Summe der durch Luftströmungen, Insekten, Düngung auf die Pflanzen gelangten Bakterien darstellt, sondern der Hauptsache nach das Ergebnis einer während des Wachstums der Pflanze auf der Oberfläche derselben statt-

gefundenen lebhaften Bakterienvermehrung ist«. Sein Schüler Düggeli (5) hat dann diese Arbeit fortgesetzt und erweitert. Auch er erkannte die dominierende Stellung des *Bacillus mesentericus aureus* (Winkler) oder *Bacterium herbicola aureum*, wie er diese Bakterienart nannte, unter der Flora der untersuchten Blätter, ja, er sah, daß nicht selten die ganze Mikrobenflora einer Pflanze nur aus dieser Bakterienart besteht, welche, wie aus anderen Untersuchungen hervorgeht, nicht zu den eigentlichen Luftbakterien gehört. Daneben beobachtete er das Auftreten von *Bacterium fluorescens* (Flügge) L. u. N., *Bacterium putidum* (Flügge) L. u. N. und *Bacterium herbicola rubrum* n. sp. sowie in geringerer Menge von *Bacillus mesentericus* (Flügge) L. u. N., *Bacillus vulgatus* (Flügge) Migula, *Bacterium coli* (Flügge) L. u. N. und anderer. Düggeli dehnte im Anschluß hieran seine Untersuchungen auf die Mikroflora von Früchten und Samen verschiedener landwirtschaftlicher Gewächse aus. Schon früher hatten in dieser Richtung Hoffmann (6) und Chrzaszcz (7) Beobachtungen angestellt. Hoffmann beschränkte sich bei seinen Untersuchungen lediglich auf die Feststellung der Keimzahl verschiedener Halmfrüchte an sich sowie auf die Keimzahlbestimmung der Nährgelatine verflüssigenden Bakterien und der auf Würzeagar auftretenden Hefen und Schimmelpilze, ohne jedoch näher auf die Identifizierung der gefundenen Keime einzugehen. Chrzaszcz untersuchte die unter den Spelzen der Gerstenfrucht befindlichen Mikroorganismen und richtete sein Hauptaugenmerk auf die unter und auf den Schüppchen (Lodiculae) sitzenden Keime. Auch er fand, gleich Düggeli, in vorherrschender Menge *Bacterium herbicola aureum*. Düggeli überprüfte 55 verschiedene gesunde Saatproben, indem er die Samen unter Wasserzusatz zerrieb und mit entsprechenden Mengen des entstandenen Breies nach starker Verdünnung mit Wasser Nährgelatineplatten goß. Es kamen von Gramineensamen Hafer, Gerste, Weizen und Roggen zur Untersuchung. Auch bei diesen Proben konnte ein enormer Keimgehalt nachgewiesen werden; so wurden unter anderen pro Gerstenfrucht 30.000 bis 80.000 Keime gefunden. Unter den identifizierten Keimen ragt quantitativ wieder *Bacterium*

herbicola aureum hervor. Fast 40% der Proben waren ausschließlich von dieser Bakterienart bewohnt und nur etwa 10% waren frei von derselben.

In quantitativer Beziehung spielte *Bacterium fluorescens* die zweitwichtigste Rolle, bildete aber im Gegensatz zu ersterem nirgends eine Reinkultur. Außerdem wurden noch in geringerer Menge *Bacterium putidum, Bacillus megatherium, Bacillus vulgatus, Bacterium coli* konstatiert. Nach der Ansicht Düggeli's handelt es sich bei *Bacterium herbicola aureum, Bacterium fluorescens* und *Bacterium putidum* um eine direkte Infektion des gesunden Samens von der Mutterpflanze aus, da diese drei Bakterienspezies auch auf der gesunden Pflanze dominieren, während alle übrigen als zufällige Bewohner der Samen anzusehen sind. Außer auf Samen untersuchte Düggeli auch den Bakteriengehalt auf jugendlichen Keimpflanzen, welche in sterilem Sande gezogen worden waren. Düggeli konnte nachweisen, daß während des Keimens der Samen eine starke Vermehrung der Flora eintritt. Die Zahl der Mikroorganismen auf den Keimpflanzen war zumeist ein Vielfaches, mindestens das Sechsfache derjenigen, die auf dem entsprechenden Saatmateriale vorhanden war. Auch die auf den Keimlingen vorherrschenden Bakterien erwiesen sich mit den auf den Samen dominierenden als vollkommen identisch.

Bacterium herbicola aureum und *Bacterium fluorescens* nahmen wieder die hervorragende Stellung wie auf den Samen ein. Bei diesen Untersuchungen erkannte Düggeli, daß speziell die Wurzeln der Pflanzen ganz besonders reich an Bakterien sind. Von den Wurzeln aus konnte weiter eine allmähliche Infektion des dieselben umgebenden Sandes konstatiert werden, indem von ihnen aus durch kapillare Wasserströmung in Verbindung mit aktiver Beweglichkeit der Bakterienstäbchen eine Ausbreitung der Organismen in den sterilisierten angefeuchteten Sand stattfindet. Auch hier waren *Bacterium herbicola aureum* und *Bacterium fluorescens* in überwiegender Menge zu finden. Zuweilen wurden aber Unregelmäßigkeiten bei der Ausbreitung der Bakterien im Boden gefunden, was namentlich dann eintrat, wenn an Stelle sterilen Sandes sterile Gartenerde verwendet wurde. Die Ausbreitung der von den Samen stammenden

Organismen ist offenbar von einer Reihe äußerer Faktoren abhängig, wie Verschiedenheit im Feuchtigkeitsgehalt, im Nährstoffgehalt des Keimbettes, welche zu dieser unregelmäßigen Verbreitung der Organismen führen. Düggeli schloß seine Untersuchungen mit der Feststellung der Flora des Vegetationswassers ab, welches vom keimenden Samen abgeschieden wird.

Obwohl das Vegetationswasser nach F. Haberlandt nur einen Trockenrückstand von 0·05 bis 0·1% ergibt, also gewiß keinen besonderen Anspruch auf Nährwert erheben kann, fand Düggeli für dieses ganz besonders hohe Keimzahlen.

Durch die Arbeit Düggeli's, die ich im vorliegenden in ihren wichtigsten Zügen deshalb etwas genauer wiedergegeben habe, da sie manche Beobachtung meiner eigenen Arbeit stützt, wurde, kurz zusammenfassend, festgelegt, daß sowohl auf gesunden Samen wie auf aus diesen hervorgehenden Keimpflänzchen, wie aber ganz besonders an den Wurzeln derselben eine überaus starke Vermehrung verschiedener Mikroben vor sich geht.

Daß sich speziell an den Wurzeln von Gerstenkeimlingen oft ein sehr reiches Bakterienleben abspielt, sieht man fast stets bei Anstellung des Keimversuches im sogenannten Schönjahn'schen Apparat. Derselbe besteht bekanntlich aus einer etwa 1 *dm* hohen, mit Wasser am Boden beschickten Glasschale, welche im Inneren etwas unter dem Rande einen ringförmigen Wulst trägt, der einer perforierten Porzellanscheibe als Unterlage dient. In die konischen, unten offenen Vertiefungen derselben werden die einzelnen Gerstenkörner gesteckt und mit Sand überschichtet, der mit Wasser befeuchtet und mit einer Filzscheibe überdeckt wird. Bei der Bestimmung der Keimungsenergie und Keimfähigkeit der Gerste in diesem Apparat findet man sehr häufig am Ende der sich frei in die Luft entwickelnden Wurzeln eigentümliche schleimige Überzüge von Tropfenform, die bald gelb, bald rot gefärbt erscheinen. Bei einer mikroskopischen Untersuchung erweisen sich diese Gebilde als Bakterienzoogloeen, welche Millionen von Bakterien, hie und da auch Sproßpilze eingeschlossen enthalten. Diese Bildungen sind so häufig, daß sie wohl jedem, der sich mit der Keimuntersuchung im Schönjahn'schen Apparat

beschäftigt hat, aufgefallen sein dürften. Sie erscheinen anfänglich sehr schwach entwickelt, nach etwa sieben bis acht Tagen aber, zur Zeit der Keimfähigkeitsbestimmung, schon ziemlich kräftig ausgebildet und zumeist von der Größe eines normalen Tropfens.

Diese Bakterienzoogloeen gaben nun Veranlassung zu vorliegender Arbeit, durch welche folgende Fragen beantwortet werden sollten:

1. Welche Bakterienarten kommen in diesen Zoogloeen vor?

2. welche Art der identifizierten Bakterien ist die eigentliche Ursache an der Zoogloeenbildung?

3. welche Schädigungen erfährt die Pflanze durch dieselben?

Zur Beantwortung der ersten Frage wurde der ganze Apparat vor dem Einsetzen der Probe, zu welcher ich eine Hannagerste verwendete, durch gründliches Abflammen sterilisiert und als Beschickung desselben völlig steriles Wasser verwendet. Die Gerstenkörner wurden mittels steriler Pinzette in die Vertiefungen der Porzellanplatte gesetzt und mit Sand bedeckt, der zuvor durch zweistündiges Ausglühen sterilisiert worden war und nach der Auftragung mit sterilem Wasser befeuchtet wurde. Als Abschluß gegen einfallende Luftkeime diente eine sehr gut abflambierte Glasglocke.

Bei der geschilderten Anordnung konnten sich auf den Gerstenwurzeln nur Bakterienarten entwickeln, die schon früher auf und in den Samen vorhanden waren. Nach acht Tagen hatten sich an zahlreichen Wurzeln Zoogloeen gebildet, die an einer größeren Anzahl Wurzeln einen gelben, an einer geringeren einen roten Farbenton erkennen ließen. Ich entnahm nun verschiedene Proben teils aus den gelben, teils aus den roten Zoogloeen, übertrug dieselben in gewöhnliche Nährgelatine und legte von dieser Suspension mehrere Verdünnungen an, die zu Platten gegossen wurden. Auf diesen entwickelten sich verschiedene Bakterienarten, und zwar aus den gelben Zoogloen vorzüglich zwei Arten, aus den roten eine Art. Aus einer gelben Zoogloee konnte einmal auch noch eine dritte Art in größerer Menge isoliert werden.

Die isolierten vier Bakterienstämme wurden hierauf durch nochmalige Überimpfung auf Gelatine, Anlage von Platten-

kulturen auf ihre Reinheit überprüft und die auf letzteren aufgegangenen Kolonien als Ausgangsmaterial für die weiteren Untersuchungen benutzt, wobei hinzuzufügen ist, daß jede der Bakterienarten in drei Parallelkulturen zur weiteren Untersuchung gelangte.

Zur Charakterisierung derselben mag folgende Tabelle dienen.

Nr. 1 erweist sich als *Bacterium fluorescens liquefaciens*, wie aus einem genauen Vergleich der diesbezüglichen Beschreibungen von Migula, Günther, Metz, Matzuschita, Lehmann und Neumann hervorgeht. Hierfür sprachen besonders folgende Eigentümlichkeiten: die lophotriche (monopolare) Begeißelung, die Größe der Organismen, die Fluoreszenz der Gelatine- und Agarnährböden sowie der Nährbouillon, das Fehlen fast jeden Wachstums in den tieferen Schichten der Gelatinestichkultur, der grauweiße Belag auf der Kartoffel, die Zersetzung der Milch, die Nichtzerklüftung von Zuckeragar.

Nr. 2 zeigt eine große Ähnlichkeit mit dem von Düggeli beschriebenen *Bacterium herbicola aureum*, jedoch ist die Farbstoffproduktion eine wesentlich geringere und langsamere. So sagt Düggeli über die Gelatineplattenkultur seines *Bacterium herbicola aureum*: »Die Oberflächenkolonien sind auf dünnbesetzten Platten nach 48^h grauliche, ins Bläuliche schimmernde, durchscheinende Tröpfchen, die später am Rande seicht gebuchtet werden. Nach 2—4 Tagen treten in den inzwischen goldgelb gewordenen Kolonien runde Zoogloeen auf. Die Gelatine wird langsam erweicht.« Bei *Bacterium herbicola aureum* tritt also sehr rasch, nach zwei bis vier Tagen, eine Gelbfärbung der Kolonien ein, bei dem von mir isolierten Mikroben dauerte es aber 10 bis 14 Tage, bis eine nur schwache Gelbfärbung des Belages wahrnehmbar wurde. Auch auf der Kartoffel bildet *Bacterium herbicola aureum* sehr bald goldgelbe, saftig glänzende Auflagerungen, während die von mir isolierte Art anfänglich grauschleimige Beläge bildet, die sich erst nach und nach gelb färben. Ansonst ist aber eine große Übereinstimmung zu konstatieren, so in der Größe der Stäbchen, in ihrer Begeißelung, in der überaus langsamen Verflüssigung der Nährgelatine, über welche sich Düggeli nur

als eine Art Erweichen des Nährbodens äußert, in dem Verhalten zur Milch, die bei *Bacterium herbicola aureum* anfänglich gleichfalls längere Zeit unverändert bleibt und erst später langsam unter Milchsäurebildung koaguliert, endlich in der verhältnismäßig kräftigen Indolreaktion. Ich nehme daher keinen Anstand, diese Art als dem *Bacterium herbicola aureum* sehr nahestehend oder sogar als Standortvarietät desselben zu bezeichnen.

Nr. 3 scheint nur zufällig in den Zoogloeen vorzukommen, da ich diese Art nur von den Wurzeln eines Pflänzchens isolieren konnte. Nach Vergleich mit bereits beschriebenen Bakterienarten dürfte sie mit *Bacterium rubrum* identisch sein, welche Art von Cohn zuerst an Reiskörnern gefunden wurde.

Nr. 4 stimmt bei sehr geringer Abweichung vereinzelter Wachstumseigentümlichkeiten sehr gut mit dem von Düggeli beschriebenen *Bacterium herbicola rubrum* überein. Düggeli beobachtete 1 bis 2 μ lange, 0·6 μ breite Stäbchen, welche nach Gram nicht färbbar sind, die Gelatine nicht verflüssigen, sondern auf derselben kolonartige Beläge liefern und am Stich bis tief in die Gelatine gut gedeihen. Die Gelatinekolonien weisen nach Düggeli's Beschreibung eine bläulichrote Farbe auf, die auf Agar entstandenen zeichnen sich durch eine sehr geringe Farbstoffproduktion aus. Im Traubenzuckeragar ist ein gleichmäßiges Wachstum im ganzen Stich zu beobachten, ohne daß jedoch Zerklüftung eintritt. Die Bouillonkultur zeigt eine zarte Decke, stark getrübte Flüssigkeit, reichlichen schleimigen Bodensatz. Der Belag auf Kartoffelscheiben ist manganrot?, dick, unregelmäßig begrenzt und saftig glänzend. Die Kartoffel wird in der Umgebung rot verfärbt. Dargebotenes Nitrat wird nur langsam in Nitrit überführt und in sieben Tage alten Kulturen tritt starke Indolbildung auf.

Es wurde nun versucht, mit diesen Reinzuchten auf völlig bakterienfreien Wurzeln wieder die Zoogloeenbildung herbeizuführen. Es mußten zu diesem Zweck die einzelnen Bakterienarten auf keimfreien Wurzeln in Reinkultur ausgesäet und eine eventuelle Zoogloeenbildung beobachtet werden oder, falls eine solche ausblieb, mußten die Bakterien in Symbiose zur Einwirkung gebracht und dann eine eventuelle Schleim-, beziehungsweise Zoogloeenentwicklung festgestellt werden.

Nr.	Gestalt	Kolonienform auf Nährgelatine	Stichkultur, Nährgelatine	Strichkultur, Nähragar
1 Aus der gelben Zoogloee	auf Agar bewegliche Stäbchen, 2 bis 3 μ lang, 1 μ breit	Oberflächenkolonie zeigt in der Mitte flockige Ausscheidungen, verflüssigt schalenförmig unter Vorschiebung eines Haarkranzes. Versenkte Kolonien gelblich, rund. Fluoreszenz des Nährbodens	Im Stich kein Wachstum, ausgesprochen aerob, weiße, feste Haut, Verflüssigung schalenförmig, dann zonenförmig; flockige Ausscheidungen, gelblicher Bodensatz. Fluoreszens des Nährbodens	Dünne hyaline Auflagerung. Fluoreszenz des Nährbodens
2 Aus der gelben Zoogloee	Auf Agar bewegliche Stäbchen, 1·5 bis 2 μ lang, 0·8 μ breit	Oberflächenkolonie zeigt anfänglich eine hyaline unregelmäßige Form, später tritt eine sehr schwache Verflüssigung auf. Auflage wird schwach gelb. Versenkte Kolonien rund glattrandig, in der Mitte dunklere Färbung	Weißer, gebuchteter Belag, unter demselben sehr schwache Verflüssigung, zähschleimig, fadenziehend; im Stich kugelige Anlagerungen; Auflage wird schwach gelb, aber erst nach 10 bis 14 Tagen	Belag hyalin, glänzend, schleimig
3 In einer gelben Zoogloee häufiger gefunden	Auf Agar bewegliche Stäbchen, 3 bis 5 μ lang. Die meisten Organismen 4 bis 5 μ lang, 1·5 μ breit	Oberflächenkolonien in der Mitte flockig, ziemlich rasche Verflüssigung der Gelatine, schwacher Strahlenkranz. Versenkte Kolonien rund, dunkel gefärbt, schwach verflüssigend	Schwach schalenförmig verflüssigend, schwach rötliche Auflagerung mit Haarkranz in die Gelatine vordringend, im Stich schwach entwickelt	Rote Auflagerung von schleimig-fadenziehender Konsistenz
4 Aus der roten Zoogloee	Auf Agar bewegliche Stäbchen, 1·5 bis 2 μ lang, 0·8 μ breit	Oberflächenkolonie zuerst kreisrund, dann unregelmäßig werdend, mit schwachen Ernährungslinien, in der Mitte violett, fein granuliert. Versenkte Kolonien rund, dunkel gefärbt	Nicht verflüssigend, kräftige rötlichweiße Auflagerung, schwach gebuchtet; am Stich kräftige kugelige Anlagerungen	Weißer hyaliner Belag

Nährbouillon	Peptonwasser	Kartoffel	Milch	Stichkultur, Glukoseagar	Gram'sche Färbung, Begeißelung
Gleichmäßig schwach getrübt Keine H_2S-Entwicklung Fluoreszenz des Nährbodens	Gleichmäßig schwach getrübt Geringe Menge Indol, keine Nitritbildung	Grauweiße schleimige Auflagerung, schlechter Geruch, später sehr fest anliegend, fast kaum abhebbar Keine Sporulation	Wurde zersetzt, reagiert alkalisch, riecht schwach putrid	Flache, weiße Auflage, in der Mitte abgeflacht, glattrandig, später gelblich werdend; im Stich sehr schwache Entwicklung, ohne Zerklüftung Fluoreszenz des Nährbodens	Gram negativ Monopolare lophotriche Begeißelung
Stark getrübt, kräftiger Bodensatz Deutliche H_2S-Reaktion innerhalb $^1/_4$ Stunde	Schwach getrübt, ziemlich starker Bodensatz Ziemlich starke Indolbildung, keine Nitritbildung	Grauer schleimiger Belag, feucht, am untersten Ende der Kartoffel später gelb werdend Keine Sporulation	Nicht verändert, amphotere Reaktion, später partiell koaguliert, wahrscheinlich durch Milchsäureproduktion	Weißer, mehr trockener, glänzender Belag, später schleimig, schwach fadenziehend werdend; im Stich kugelige Anlagerungen, ohne Zerklüftung des Agars	Gram negativ Monopolare monotriche Begeißelung
Gleichmäßig schwach getrübt Keine H_2S-Reaktion	Fast kaum wachsend Sehr schwache Indol-, keine Nitritbildung	Orangeroter, schwach schleimiger, feuchter Belag, zähflüssig, fadenziehend Keine Sporulation	An der Oberfläche rötlich gefärbt, koaguliert bei amphoterer Reaktion durch eine Koagulase, mit nachfolgender Verflüssigung des Koagulums durch Kasease	Erhabene, dicke, schleimige, rötlichweiße Auflagerung; im Stich keine Zerklüftung, mit kugeligen Anlagerungen	Gram schwach positiv Peritriche Begeißelung
Sehr schwache Haut- und stärkere Ringbildung, stark getrübt, starker Bodensatz H_2S-Bildung deutlich innerhalb $^1/_4$ Stunde	Opaleszent, schwaches Sediment Ziemlich kräftige Indol-, keine Nitritbildung	Feuchter, zuerst gelbgrauer, dann immer deutlicher rot werdender Belag; die Kartoffel färbt sich später deutlich rot Keine Sporulation	Scheinbar nicht verändert, zeigt amphotere Reaktion, später schwach sauer werdend	Rötlichweißer schleimiger Belag; im Stich keine Zerklüftung, schwache kugelige Anlagerungen am Stich	Gram negativ Peritriche Begeißelung

Ich benutzte hierzu zuerst die Nährgelatine-, später die Glyzerinagarkulturen, ohne jedoch einen Erfolg zu erzielen. Der physiologische Zustand der Organismen war durch das öftere Umzüchten auf diesen Nährböden derart verändert worden, daß ihr Wachstum auf den Wurzeln zumeist ganz ausblieb oder ein sehr geschwächtes war, geschweige denn Zoogloeenbildungen zustande kamen.

Später konstruierte ich mir direkt aus den Gerstenwurzeln einen elektiven Nährboden mit Agar, der sich für den gedachten Zweck sehr gut eignete. Dieser Agar wurde in der Weise hergestellt, daß ich zirka 100 *g* Gerstenwurzeln mit 1 *l* Wasser durch eine Stunde auskochte und in dem Filtrat $0 \cdot 5\,{}^0/_0$ Saccharose und $0 \cdot 25\,{}^0/_0$ Asparagin zur Lösung brachte. Die Lösung wurde dann neuerdings filtriert und mit $1^1/_2\,{}^0/_0$ Agar-Agar zu einer Gallerte aufgekocht. Der resultierende Agarnährboden wurde mittels kohlensauren Natrons bis zur amphoteren Reaktion neutralisiert und schließlich wieder filtriert. Dieser Nährboden, welcher alle aus der Wurzel extrahierbaren Substanzen, wie auch die genannten Zusätze in Lösung enthielt, gab nicht allein zu einem Wiedererwachen der Bakterienvirulenz gegenüber den Wurzeln in genügender Weise Veranlassung, sondern erwies sich auch für die Aufzucht derselben sehr geeignet, indem sich die Organismen auf diesem Nährsubstrat sehr gut, jedenfalls besser als auf allen übrigen dargebotenen Nährböden entwickelten. Die Wachstumsbilder auf diesem Nährboden waren folgende:

Bacterium fluorescens liquefaciens bildet einen dünnen hyalinen Belag, im Kondenswasser kommt es zu flockigen Ausscheidungen, der Nährboden nimmt starke Fluoreszenz an. Der Farbenton derselben ist gleich zu Anfang grünlich und nicht blau, obwohl der Nährboden streng neutral reagierte, und bleibt diese Farbe erhalten, woraus zu schließen ist, daß diese Bakterienart in Gerstenwurzelagar entgegen dem Verhalten in gewöhnlichem Nähragar oder Nährgelatine gleich zu Anfang der Entwicklung größere Mengen von Ammoniak produziert, während sie, auf gewöhnlicher Gelatine oder Agar gezüchtet, erst allmählich in größerem Maße Ammoniak entwickelt, so daß der Nährboden anfänglich in blauer und erst

später in grüner Farbe fluoresziert. *Bacterium herbicola aureum* (var.) bildet einen kräftigen, schleimigen, stark fadenziehenden Belag, *Bacterium rubrum* eine dünne, hyaline, rötliche Auflagerung unter Bildung rötlicher flockiger Ausscheidungen im Kondenswasser. *Bacterium herbicola rubrum* endlich vermehrt sich sehr kräftig unter Bildung eines schwach schleimigen, fadenziehenden Belages.

Die Infektion der Wurzeln wurde an Keimpflanzen vorgenommen, die aus sterilisierten Körnern hervorgegangen und unter Vermeidung jeder Außeninfektion herangezüchtet worden waren. Die Sterilisierung der Körner gelang, indem sie während zehn Minuten der desinfizierenden Wirkung von chemisch reinem Schwefeläther ausgesetzt wurden. Blinde Versuche ergaben, daß die Körner durch diese Behandlung, ohne an ihrer Keimfähigkeit zu verlieren, mit ganz wenigen Ausnahmen sterilisiert werden können, wenigstens erwiesen nachträglich an den Wurzeln ausgeführte mikroskopische Untersuchungen keine wie immer geartete Bakterienentwicklung. Es wurde nun je ein Korn in ein kleines steriles Glastrichterchen von etwa 2·5 *cm* oberer Weite gebracht, dessen unteres Ende derart verjüngt war, daß die eingeführten Körner die Öffnung nahezu verschlossen. Die Trichter wurden auf sterile, zirka 3·5 *cm* hohe, 2·5 *cm* weite Glaszylinder mit flachem Boden gesetzt, in die zuvor eine geringe Menge sterilen Wassers gegossen worden war. Nach dem Zusammenfügen der kleinen Kulturapparate wurde in jeden Trichter eine kleine Menge sterilen Sandes geschüttet, der hierauf mit Wasser befeuchtet wurde. Sämtliche Kulturgefäßchen nahm eine zuvor durch Abflambieren sterilisierte feuchte Kammer auf. Vorliegende Angaben machen es ersichtlich, daß die Entwicklung der Keime in derselben Weise erfolgen konnte wie im Schönjahnschen Apparat. Die Infektion selbst wurde in der Weise ausgeführt, daß einerseits auf $^1/_2$ *cm* lang gewordene Wurzeln von je vier Versuchspflänzchen die betreffende Bakterienart aufgetragen wurde, andrerseits die Auftragung der Bakterien in einer zweiten Serie von Versuchen schon beim Spitzen des Wurzelkeimes vorgenommen wurde, also zu einem Zeitpunkte, in welchem die Wurzeln noch nicht an der Oberfläche

erscheinen, sondern nur die Wurzelscheide sichtbar wird, die sich durch den Wurzeldruck nach Zerreißen der Fruchtwand und Samenhaut zwischen der Palea superior und Palea inferior hervorschiebt. In beiden Fällen trat durch *Bacterium fluorescens liquefaciens* und *Bacterium herbicola rubrum* eine deutliche Zoogloeenbildung an den Wurzeln auf. Bei ersterem hatte die Bakterienanhäufung eine gelbe, bei letzterem eine rote Farbe. Von den beiden anderen Arten rief die dem *Bacterium herbicola aureum* nahestehende nur eine schwache Entwicklung von Zoogloeen hervor, während die Wurzeln nach der Infektion mit *Bacterium rubrum* gar keine Ausbreitung der aufgetragenen Organismen erkennen ließen. Als dann später die Versuche bei gleichzeitiger Aussaat von *Bacterium fluorescens liquefaciens* und *Bacterium herbicola aureum* (var.) wiederholt wurden, ergab sich die interessante Tatsache, daß die durch Symbiose dieser beiden Bakterienarten entstandenen Zoogloeen an sämtlichen vier Versuchspflänzchen noch viel kräftiger waren als die durch eine dieser Bakterienarten allein erzeugten.

In allen Fällen, als Zoogloeenbildung durch diese rein gezüchteten Bakterienarten eintrat, was besonders betont sein mag, also rote Zoogloeenbildung durch *Bacterium herbicola rubrum* und gelbe Zoogloeenbildung namentlich durch die Symbiose von *Bacterium fluorescens liquefaciens* und *Bacterium herbicola aureum* (var.), wiesen die ergriffenen Wurzeln schon makroskopisch deutliche Degenerationserscheinungen auf. Die Würzelchen blieben in ihrem Wachstum zurück und erlangten höchstens den dritten Teil der Länge gesunder, intakter Wurzeln. Die Würzelchen waren oft eingerollt oder in anderer Weise verzogen.

Es war nun festzustellen, ob die Bakterien nur außen um die Wurzelhaube und um die Epidermis an den oberen Teilen der Wurzel zur Entwicklung kommen oder ob sie auch zwischen den Wurzelhaubenzellen, beziehungsweise in den Interzellularen tiefer gelegener Zellschichten sich vermehren oder dieselben etwa gar in die Zellen der einen oder anderen Schichte einzudringen vermögen. Zur Beantwortung dieser Fragen wurden anfänglich die infizierten Wurzeln in der üblichen Weise durch Flemming's Chromosmiumessigsäure während zweier Tage

fixiert, dann in fließendem Leitungswasser gewaschen, in Alkohol mit steigender Konzentration entwässert und durch Chloroform in Paraffin von 45° Schmelzpunkt, schließlich definitiv in solches vom Schmelzpunkt 52° überführt. Nach dieser Methode erhielt ich aber bei einer entsprechenden Färbung, auf die ich gleich näher weiter unten eingehen will, keine befriedigenden Resultate. Die Bakterien, welche sich hauptsächlich an der Oberfläche der Wurzelhaube anhäufen, waren durch die geschilderten vielfachen Operationen gänzlich weggewaschen und auch die zwischen den Wurzelhaubenzellen sitzenden Organismen waren entfernt worden. Ich wendete dann später ein viel einfacheres Verfahren an, welches für meinen Zweck ganz entsprechende Resultate lieferte und vollständig für eine Orientierung hinreichte. Es bestand in Folgendem:

Die Zoogloeen aufweisenden Wurzeln wurden vorsichtig in absoluten Alkohol eingebracht und daselbst durch sechs Stunden belassen oder, was noch besser entsprach, in Pfeifer-sches Gemisch eingetragen und durch eine halbe Stunde dessen fixierender und härtender Wirkung ausgesetzt. Hierauf legte ich sie behutsam zwischen zwei Hollundermarkstücke ein und spannte diese sehr vorsichtig in ein Mikrotom. Die angefertigten Schnitte hatten eine Dicke von 0·02 *mm*, was für vorliegenden Zweck vollständig hinreichte. Vor der Färbung wurden sie mit Wasser, bereits auf dem Objektträger liegend, durch eine Minute behandelt. Nachdem dieses hierauf mittels Filterpapieres entfernt worden war, wurde die Farbstofflösung zur Einwirkung gebracht. Dieselbe bestand aus einer Löffler'schen Lösung von Methylenblau, einem Gemisch von 30 Teilen gesättigter alkoholischer Methylenblaulösung und 100 Teilen wässeriger, sehr schwacher Kalihydratlösung (1 : 10.000). In dieser Lösung blieben die Schnitte drei Minuten. Hierauf wurde die Farbstofflösung mittels Filterpapieres sehr vorsichtig abgesaugt, die Schnitte auf dem Objektträger durch kurze Zeit (fünf Minuten) einigemal mit Wasser unter Absaugen desselben mittels Filterpapieres ausgewaschen und endlich mit einer sehr verdünnten, ungefähr 0·8prozentigen Essigsäure entfärbt. Während deren Einwirkung wurde der Schnitt unter ständiger mikroskopischer Beobachtung gehalten. Hierbei konnte festgestellt werden, daß

die äußeren Zellelemente der Gerstenwurzel sich nach und nach entfärbten, während die vorhandenen Bakterienzellen lange Zeit eine deutliche Färbung behielten. Die Nuance der Farbstoffeinlagerung spielte in denselben nach Blauviolett über, während die noch gefärbt gebliebenen zentralen Teile der Wurzel eine deutliche azurblaue Farbe erkennen ließen. Auf diesem Wege war es mir möglich, ziemlich genau den Sitz der Bakterien zu eruieren.

a) Bacterium fluorescens liquefaciens.

Die Zoogloeenbildung dieser Bakterienart umgab die Wurzelhaube und an den oberen Teilen der Wurzel die eigentliche Außenhaut; die Organismen lagen auch dicht gedrängt zwischen den sich voneinander lösenden Wurzelhaubenzellen, jedoch war es nicht möglich, dieselben auch in tiefer gelegenen Teilen der Wurzel zu beobachten. Dagegen enthielten viele Wurzelhaubenzellen sowie vereinzelte Zellen der Oberhaut auch im Innern Bakterien. Diese Zellen erschienen sehr deformiert. Die Anwesenheit von Bakterien in den Wurzelhaubenzellen konnte ich übrigens auch direkt nachweisen, indem ich die äußersten Enden der Wurzeln, ohne Dünnschnitte anzufertigen, direkt der geschilderten Färbung, beziehungsweise Entfärbung unterzog und unter dem Mikroskop beobachtete. Auch hier zeigte sich, daß viele Zellen der Wurzelhaube im Inneren oft dicht mit Bakterien erfüllt waren, die sich zu einer Art dickem Faden aneinandergereiht hatten.

b) Bacterium fluorescens liquefaciens und Bacterium herbicola aureum (var.) in Symbiose.

Die Zoogloeenbildung ist in diesem Falle eine viel kräftigere, die Viskosität der Bildung eine viel höhere als bei alleiniger Einwirkung von *Bacterium fluorescens liquefaciens.* Die Korrodierung der Wurzeln erwies sich bedeutend stärker. Nicht allein zahlreiche Wurzelhaubenzellen, sondern auch viele Oberhautzellen waren dicht mit Bakterien gefüllt. Unter dem Mikroskop beobachtet, scheinen die Bakterien in der Zoogloe in Form kleiner, kugeliger, dicht aneinander sitzender Ballen

vereinigt zu sein. Merkwürdigerweise übt das *Bacterium herbicola aureum* für sich allein fast kaum eine Schädigung aus. Die Wurzeln erlangten ihre normale Länge, obwohl eine gewisse Zunahme der Bakterien unter schwacher Zoogloeenbildung auch hier bemerkbar war.

c) Bacterium herbicola rubrum.

Die Ausbreitung dieser Bakterienart war so ziemlich die gleiche wie die des *Bacterium fluorescens liquefaciens,* nur kam es zu geringeren Degenerationserscheinungen der ergriffenen Wurzeln. Sie wuchsen zu einer größeren Länge heran, blieben aber später gleichfalls im Wachstum zurück und erlangten nicht die ausgebildete Form der Wurzeln gesunder Keimlinge. Auch wurde nur hie und da ein Eindringen der Bakterien in die Wurzelhaubenzellen beobachtet.

Der einschlägigen Literatur ist zu entnehmen, daß Spaltpilze bereits als Ursache von Erkrankungen der Gerstenwurzeln erkannt wurden. So bespricht Vogel (8) eine eigenartige Krankheitserscheinung am Grünmalz, über deren Krankheitserreger allerdings nur die Vermutung ausgesprochen wurde, »es werde sich um einen Schädling handeln, der seinen Sitz voraussichtlich schon in der Gerste habe«. Begründet wird dies auch durch den Hinweis, daß die Krankheit in manchen Jahrgängen mehr, in manchen weniger oder gar nicht auftrete. Weitere Untersuchungen, die Ursache der Krankheit ausfindig zu machen, wurden jedoch nicht durchgeführt. Behrens (9) hatte bei seinen Studien »über die Schwankungen bei Keimkraftbestimmungen und ihre Ursachen« auch Gerste in den Kreis derselben gezogen und verschiedene Bakterienarten auf dieselbe einwirken lassen, aber nur eine sehr schwache Ausbreitung derselben, ohne nennenswerte Schädigung der Keimpflanzen, beobachtet. Im Jahre 1907 hat sich dann Schnegg (10) im Anhang an die Vogel'sche Arbeit mit der früher erwähnten Erkrankung des Grünmalzes beschäftigt und ihre bakterielle Ursache, deren Wirkung sowie ihre Bekämpfung zu ergründen versucht. Er fand, daß bei dieser Erkrankung die Gerstenwurzeln anfänglich gelbe Flecken bekommen, daß

dann später die Wurzelkeime immer welker werden, sich verfärben und schließlich absterben. Er machte weiter die Beobachtung, daß sich während dieser Degenerierung der Wurzel der Blattkeim sehr kräftig entwickelt, indem die Gesamtmenge der Reservestoffe des Keimlings, nach dem Absterben der Wurzel, allein zum Aufbau des Blattkeimes verwendet wird. Ferner konnte er auch eine durch die Krankheit entstandene anatomische Veränderung der ergriffenen Wurzeln an Dünnschnitten konstatieren, wobei er tiefgreifende Zersetzungserscheinungen an den peripheren Teilen der Wurzeln beobachtete.

Die Epidermiszellen erschienen ganz geschrumpft und zum Teil mit Bakterien gefüllt. Je älter die erkrankten Wurzeln wurden, um so mehr schritt die ursprünglich nur auf die Epidermis beschränkte Verschrumpfung nach innen vor. Diesem Vorschreiten der Zersetzung wurde erst durch das zentrale Gefäßbündel Halt geboten, dessen Außenzellen sehr verdickte und eng aneinander liegende Zellwände besitzen, welche für die Bakterien undurchdringbar waren. Als Erreger dieser Krankheit erkannte Schnegg ein Bakterium, welches dem bekannten Darmbakterium, *Bacterium coli commune*, sehr nahe steht, das aber vorläufig noch nicht genauer identifiziert, beziehungsweise beschrieben wurde.

Aus weiteren Beobachtungen ersah Schnegg, daß diese Bakterienart Würze unter Bildung von Selleriegeruch und starken Gärungserscheinungen, wobei Kohlensäure und Stickstoff neben anderen Gasen entstehen, zersetzt. Wie aus der vergleichsweisen Gegenüberstellung des genannten Organismus zu dem Kolibakterium hervorgeht, hatte Schnegg einen ganz anderen Mikroben in Händen, als irgendeinen der von mir beschriebenen, die auch keine so tiefgreifenden Zersetzungen an den Gerstenwurzeln herbeizuführen vermochten.

Ob die von mir isolierten Bakterienarten, wenn in virulenteren Formen auftretend, auch im Boden, in der Erde eine Wachstumshemmung der Gerstenwurzeln hervorrufen, will ich dahingestellt sein lassen, doch sei an dieser Stelle an die sogenannte Bodenmüdigkeit mancher Kulturpflanzen erinnert. Wenn eine Pflanze auf einem Boden nicht mehr gedeihen will,

so kann daran entweder ein Mangel an Nährstoffen, eine Erschöpfung des Bodens schuld sein oder die Bodenmüdigkeit wird durch die Gegenwart von tierischen oder pilzlichen Feinden der betreffenden Kulturpflanze herbeigeführt. Nach Ansicht Hiltner's entsteht unter dem Einfluß der Wurzelausscheidungen in einer gewissen Zone der Krume rings um die Wurzeln jeder Pflanze, in der sogenannten Rhizosphäre, eine eigenartig zusammengesetzte Bakterienflora. Am dichtesten ist die Ansiedlung solcher spezifischer Organismen in unmittelbarer Nähe der Wurzel. Es entsteht nach Ansicht Hiltner's eine Art Bakteriorhiza. Ist diese aus nützlichen Bodenorganismen zusammengesetzt, so erscheint die Bildung für die Pflanze vorteilhaft, mindestens unschädlich; finden sich aber ungebetene Gäste in Form von Schädlingen ein, so kann die betreffende Pflanze erkranken; so erkannte Kühn (11) als Verursacher der Rübenmüdigkeit eine parasitische Nematode. Kleemüdigkeit kann von der Gegenwart der parasitischen *Sclerotinia trifoliorum* im Boden herrühren. Die Flachsmüdigkeit wird nach Bolley (12) von *Fusarium lini* hervorgerufen. Nach Hiltner (13) ist der Reichtum gewisser Böden an pektinvergärenden Organismen die Ursache, daß manche Leguminosensamen (Erbsen etc.) auf solchen Böden nicht aufgehen, sondern faulen.

Linhart (14) beobachtete, daß gewisse Keimlingserkrankungen der Zucker- und Runkelrübe durch verschiedene im Boden verbreitete Bakterienarten, wie *Bacillus mycoides*, *Bacterium fluorescens liquefaciens*, *Bacillus mesentericus vulgatus* verursacht werden können. Unter Berücksichtigung vorstehender Tatsachen läßt sich daher vielleicht die Vermutung aussprechen, daß auch einer oder der andere der untersuchten Keime zu einem schwächeren Gedeihen der Gerstenpflanze in manchen Lagen, wie dies ja hie und da, trotz entsprechender Düngung des Bodens, beobachtet wird, beizutragen vermag und ist speziell bei *Bacterium fluorescens liquefaciens*, einem schwachen Fäulniserreger, unter Anziehung der Beobachtung Linhart's, der Gedanke nicht schlechthin von der Hand zu weisen, daß diese Bakterienart auch im Boden, bei stärkerer

Ausbildung der Virulenz, Schädigungen an den Gerstenwurzeln herbeizuführen vermag.

Daß sich die untersuchten Bakterien in großer Zahl an den Wurzeln der Gerste vermehrten, erscheint bei der Betrachtung der Chemie der Gerstenwurzel sehr plausibel. Ist dieselbe doch an leicht assimilierbaren Substanzen verhältnismäßig reich, so namentlich an Stickstoffverbindungen. Unter diesen ragt, wie besonders Lermer, später Brown und Millar nachwiesen, eine größere Menge von Asparagin hervor, daneben finden sich Allantoin, Betain, Cholin, Leucin und Tyrosin, lauter Körper, welche zu den leicht assimilierbaren Stickstoffquellen der Spaltpilze gehören. Tyrosin kommt zwar für die an der Wurzelspitze vegetierenden Organismen als Stickstoffquelle weniger in Betracht, da dieser Körper durch das an der Vegetationsspitze der Wurzel stets sich bildende Enzym, die Tyrosinase, leicht in die stickstofffreie Homogentisinsäure, in Ammoniak und Kohlensäure gespalten wird. Ferner sind noch höhere Spaltungsprodukte der eigentlichen Eiweißkörper, wie Proteosen, Peptone vorhanden, die ja auch eine treffliche Stickstoffquelle für Bakterien abgeben. Nach Lindet's (15) Forschungsergebnissen finden sich auch leicht assimilierbare Kohlehydrate in Form von Glukose und Fruktose im Zellsaft vor, deren Menge infolge der Einwirkung von spaltenden Enzymen (Schizasen) auf Disaccharide, beziehungsweise auf andere Abbauprodukte von Polysacchariden im Verlauf des Keimprozesses eine Zunahme erfährt. Auch die nötige Menge von Mineralstoffen ist vorhanden, welche in der ersten Vegetationsperiode dem Embryo aus dem Korn, später aus der Erde zugeführt werden. Obwohl die Form, in der sich diese Körper im Wurzelkeimling vorfinden, noch wenig studiert ist, so läßt sich doch sagen, daß auch sie in für Bakterien leicht assimilierbaren Verbindungen vorkommen, so namentlich die Phosphorsäure, welche teils als saures Salz an Kalium gebunden ist, teils in organischen Verbindungen vorkommt, so als Glyzerinphosphorsäure, als Proteinphosphorsäure und als Anhydrooxymethylendiphosphorsäure oder Phytin, welch letzteres ein Glukoproteid darstellt, das bei der Hydrolyse in Inosit und Phosphorverbindungen gespalten wird.

Im Anschluß an die Beantwortung der Pathogenitätsfrage der gefundenen Bakterien wurde schließlich noch ein mehr praktisches Moment ins Auge gefaßt, nämlich die Feststellung, ob nicht unter ihnen auch Schädlinge für die Zwischenprodukte, beziehungsweise für das Endprodukt der Bierdarstellung, also für Süßwürze, gehopfte Würze und fertiges Bier zu suchen sind. Es ist zwar anzunehmen, daß diese Bakterienarten, da sie nicht zu den sporulationsfähigen Spaltpilzen gehören, bei den hohen Temperaturen des Darrprozesses zugrunde gehen und auf dem Darrmalz, dem Ausgangsprodukt der eigentlichen Biererzeugung, nur mehr als Leichen anzutreffen sind, so kann doch daran gedacht werden, daß sie in Brauereien durch Verstäubung des Gerstenstaubes in die Würze der Kühlschiffe gelangen und hier zerstörend wirken.

In der Tat gelang es mir, durch Einimpfen der untersuchten Bakterienarten einerseits in Süßwürze, andrerseits in gehopfte Würze nachzuweisen, daß sämtliche Arten ganz gut in diesen Substraten fortkommen, sich vermehren und teilweise auch tiefgreifende Zersetzungen daselbst hervorrufen, wie aus folgender Tabelle hervorgeht.

Bact. fluor. liquef.	*Bact. herb. aur.* (var.)	*Bact. rubr.*	*Bact. herb. rubr.*
1. Süßwürze			
Nach zwei Tagen zeigt Nährboden schwache Trübung und geringe Hautbildung	Nach zwei Tagen zeigt Nährboden starke Trübung, starke Hautbildung	Nach zwei Tagen zeigt Nährboden schwache Trübung, schwache Hautbildung	Nach zwei Tagen zeigt Nährboden sehr starke Trübung und Hautbildung
Nach sechs Tagen starke Trübung, stärkere Hautbildung, flockige Ausscheidungen am Boden	Nach sechs Tagen ebenso, flockiges Sediment	Nach sechs Tagen starke Trübung, starke Hautbildung, flockiges Sediment	Nach sechs Tagen sehr starke Trübung und Hautbildung, die Würze wird fadenziehend

Bact. fluor. liquef.	*Bact. herb. aur.* (var.)	*Bact. rubr.*	*Bact. herb. rubr.*
2. Gehopfte Würze			
Nach zwei Tagen schwache Trübung, ohne Hautbildung	Nach zwei Tagen starke Trübung und Hautbildung	Nach zwei Tagen nur sehr schwache Entwicklung, ohne hervortretende Veränderung des Nährbodens	Nach zwei Tagen sehr starke Trübung und Hautbildung
Nach sechs Tagen starke Trübung, schwache Hautbildung; schwacher Selleriegeruch	Nach sechs Tagen starke Trübung und Hautbildung; deutlicher Selleriegeruch	Nach sechs Tagen schwache, kleinflockige Ausscheidungen, im Nährsubstrat schwimmend	Nach sechs Tagen sehr dichte Trübung und starke Hautbildung; Selleriegeruch; die Würze wird fadenziehend

Den Konkurrenzkampf mit gärender Bierhefe (*Saccharomyces* Frohberg) vermochte dagegen keine Art der untersuchten Bakterien aufzunehmen, wie aus Beobachtungen bei gleichzeitiger Einsaat einer möglichst gleich großen Individuenzahl der genannten Hefe und einer dieser Bakterien in Würze hervorgeht. Es konnte nach 14tägiger Beobachtungszeit bei 25° C. zwar eine kräftige Vermehrung der Hefezellen, aber keine Vermehrung der in Konkurrenz tretenden Bakterien konstatiert werden.

Zusammenfassung.

1. Auf Gerstenwurzeln kommt es sehr häufig bei Zuchtversuchen im Schönjahn'schen Keimapparat zu Bakterienzoogloeenbildungen.

2. Die Farbe derselben ist gewöhnlich eine gelbe, seltener eine rote.

3. Aus der gelben Zoogloeenbildung konnten drei Bakterienarten isoliert werden, und zwar häufig auftretend: *Bacterium fluorescens liquefaciens* und *Bacterium herbicola aureum* (var.), selten auftretend: *Bacterium rubrum*; aus der roten Zoogloeenbildung *Bacterium herbicola rubrum.*

4. Die Gerstenwurzeln werden in ihrem Wachstum behindert durch *Bacterium herbicola rubrum*, durch *Bacterium fluorescens liquefaciens* und namentlich durch eine Symbiose von *Bacterium fluorescens liquefaciens* und *Bacterium herbicola aureum* (var.).

5. Sämtliche isolierte Arten sind auch als Schädlinge sowohl für Süßwürze als auch für gehopfte Würze anzusehen, unterliegen aber im Konkurrenzkampfe mit Hefe.

Literatur.

(1) Beijerinck, Über Butylalkoholgärung. Koch's Jahrbuch, 1893, p. 258.
(2) Fribes, zit. nach Behrens.
(3) Behrens, Zentralbl. für Bakt., 2. T., Bd. VIII, p. 205.
(4) Burri, Zentralbl. für Bakt., 2. T., Bd. X, p. 756.
(5) Düggeli, Zentralbl. für Bakt., 2. T., Bd. XII, p. 602, p. 695; Bd. XIII, p. 56, p. 198.
(6) Hoffmann, Wochenschr. für Brauerei, XIII, 1896, Nr. 44.
(7) Chrzaszcz, Wochenschr. für Brauerei, XIX, 1902, Nr. 40.
(8) Vogel, Klein- und Mittelbrauer, 1902, p. 42, und Zeitschr. für das gesamte Brauwesen, 1905, p. 242.
(9) Behrens, Bericht der landwirtschaftl. Versuchsanstalt Augustenburg, ref. Zentralbl. für Bakt., 2. T., XIV, p. 146.
(10) Schnegg, Zeitschr. für das gesamte Brauwesen, XXX, p. 576, 588, 600, 608, 623, 630.
(11) Kühn, Bericht aus dem physiolog. Labor. Universität Halle, Heft 3; siehe auch Lafar's Handbuch der Mykologie.
(12) Bolley, Nord-Dacota Agric. College, Nr. 50, p. 1901.
(13) Hiltner, Arbeiten an der biolog. Abteilung, Kais. Gesundheitsamt, 1902, Bd. 3, p. 1; siehe auch Lafar's Handbuch der Mykologie.
(14) Linhart, Zentralbl. für Bakteriologie, 2. T., 1899, Bd. 5, p. 221.
(15) Lindet, Compt. rendus de l'Académie des sciences, 1903, p. 73.



Über die Spaltöffnungen der Assimilationsorgane und Perianthblätter einiger Xerophyten

von

Johanna Menz.

Arbeit aus dem botanischen Institut der Universität Graz.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. Februar 1910.)

Die Pflanzen trockener Standorte treffen bekanntlich allerlei Einrichtungen, um die Transpiration auf ein möglichst geringes Maß herabzusetzen, und zwar weisen vorzugsweise die Spaltöffnungen, welchen bei dem Transpirationsprozeß eine so bedeutende Rolle zukommt, die verschiedensten Anpassungsmerkmale auf, die eine Verringerung der Wasserabgabe ermöglichen sollen. Insbesondere zeigen die Laubblätter, da sie längere Zeit hindurch den Gefahren zu starker Transpiration ausgesetzt sind, eine oft weitgehende xerophytische Anpassung im anatomischen Bau der Spaltöffnungen.

Es fragt sich nun, ob bei solchen Pflanzen auch in den Perianthblättern (Perigon oder Corolla), die doch nur eine relativ kurze Lebensdauer besitzen und häufig in der nassen Jahreszeit oder gleich nach dieser zur Entfaltung gelangen, die Spaltöffnungen in ihrem Bau mit den xerophytisch angepaßten der Laubblätter übereinstimmen oder ob und inwieweit sie von diesen abweichen.

Unterschiede in der Ausbildung der Schutzeinrichtungen des Spaltöffnungsapparates sind von Haberlandt[1] für verschiedene Seiten ein- und desselben Laubblattes entdeckt

---

[1] Haberlandt, Physiol. Pflanzenanatomie, 1904, p. 411.

worden, solche Schutzeinrichtungen prägen sich »auf jener Blattseite, auf welcher erhöhte Beleuchtung und Erwärmung die Transpiration ansehnlich steigern« entschiedener aus. Bei *Populus pyramidalis* sind z. B. die Spaltöffnungen der Blattoberseite meist vertieft; »die äußeren Atemhöhlen sind in Form seichter Trichter ausgebildet. Auf der Unterseite ist die Einsenkung der Spaltöffnung kaum angedeutet«. [1] Bei *Plantago major* sind die Vorhöfe der Blattoberseite bedeutend weiter als jene der Blattunterseite. [2]

Bezüglich der Unterschiede zwischen Laubblatt- und Perianthspaltöffnungen mögen die im folgenden dargelegten Befunde einen Aufschluß geben.

Des Vergleiches halber sei immer der Beschreibung der Perianthspaltöffnungen diejenige der Blattspaltöffnungen vorangeschickt, wenngleich die meisten der letzteren bekannt und beschrieben sind.

I. Hakea pugioniformis Cav.

Die Blätter dieser Proteacee zeigen eine weitgehende xerophytische Anpassung, die sich besonders im anatomischen Bau der Spaltöffnungen äußert.

Die Schließzellen sind mit zwei Paar Nebenzellen unter das Niveau der übrigen Epidermiszellen eingesenkt, von welch letzteren die Nebenzellen in ihrer Größe sowie in der Dicke ihrer Wände nicht unwesentlich abweichen; die Nebenzellen sind viel kleiner, ihre Außenwände, obwohl ebenfalls verdickt, dennoch ungleich dünner als die der übrigen Epidermiszellen. (Taf. I, Fig. 1.) Durch die tiefe Einsenkung des Spaltöffnungsapparates grenzt je eine Radialwand des ersten normal ausgebildeten Epidermiszellenpaares zu ihrem großen Teile an die äußere Atemhöhle. Diese Radialwände sind ebenfalls verdickt, zumal in ihrer oberen Partie, wo sie mit der stark verdickten tangentialen Außenwand beiderseits einen vorspringenden Höcker bilden. Durch diese beiden Höcker wird der Eingang in die äußere Atemhöhle von außenher bedeutend

---

[1] Haberlandt, l. c., p. 411, Fig. 170, *A* und A_1.

[2] Ebenda, Fig. 170, *B* und B_1.

verengt. Dies allein schon hat eine Herabsetzung der Transpiration zur Folge.

Die Schließzellen selbst sind klein, dickwandig, mit querspaltenförmigem Lumen und wohl ausgebildeten äußeren Cuticularleisten, welche einander berühren und einen Verschluß des Vorhofes ermöglichen. Die hinteren Cuticularleisten sind kaum angedeutet.

Die unscheinbaren weißen Blüten mit ursprünglich vereinigten und später getrennten Blättern, welche das Aussehen von Staubblättern haben (da die Filamente vollständig mit ihnen verwachsen und nur die Antheren frei sind), ermangeln gänzlich funktionsfähiger Spaltöffnungen. Diese scheinen in diesen Organen eine völlige Rückbildung erfahren zu haben, denn von den zahlreichen Blüten, die auf das Vorhandensein von Spaltöffnungen untersucht wurden, waren die meisten spaltöffnungsfrei und an den wenigen Exemplaren, wo vereinzelt eine Spaltöffnung auftrat, war dieselbe nicht normal ausgebildet.

Ebensowenig finden sie sich an den Blütenstielen vor. Dagegen treten sie gar nicht so spärlich, wenn auch nicht eben häufig, an den Kurztrieben auf, an welchen die Blüten entspringen. Diese Spaltöffnungen zeigen in mancher Hinsicht einen übereinstimmenden Bau mit denen der Laubblätter, weichen aber zum Teil von ihnen ab. An den Blättern sind die Spaltöffnungen durch ihren Bau in ausgezeichneter Weise geeignet, die Transpiration herabzusetzen; an den erwähnten Kurztrieben sind aber die Spaltöffnungen von vornherein in einer geschützteren Lage, indem sie nämlich von Haaren bedeckt sind, welche die genannten Sprosse dicht bekleiden, somit ist schon dadurch die Gefahr eines zu starken Wasserverlustes an dieser Stelle verringert. Zum Teil wird auch durch die im Vergleich zu den Blättern verhältnismäßig geringe Anzahl der Spaltöffnungen die Transpiration eingeschränkt. Endlich wird auch durch den Bau der Spaltöffnung selbst, wenn auch nicht in so hohem Maße wie in den Laubblättern, eine Herabsetzung der Transpiration bedingt.

Es soll nun auf diesen Bau etwas näher eingegangen werden. (Taf. I, Fig. 2.)

Vor allem ist eine wohl ausgebildete äußere Atemhöhle vorhanden, doch sind die Außenwände der an dieselbe grenzenden Epidermiszellen nicht sehr stark verdickt und bilden im Gegensatz zu denen des Laubblattes keine vorspringenden Höcker. Es wölben sich vielmehr die Zellen etwas gegen den Hohlraum vor.

Ein Paar von Epidermiszellen allein weicht in seiner Gestalt von den übrigen etwas ab; diese können als Nebenzellen bezeichnet werden. Sie sind nicht unbedeutend eingesenkt und liegen ungefähr im Niveau der ersten subepidermalen Parenchymzellreihe. Auch die Nebenzellen wölben sich gegen die Atemhöhle vor, und zwar viel stärker als die darüber liegenden Epidermiszellen. Es kommt auf diese Weise eine aus zwei Etagen bestehende äußere Atemhöhle zustande, wobei die untere Etage durch einen verhältnismäßig engen Spalt von der oberen getrennt ist.

Die Schließzellen werden von den Nebenzellen teilweise überdacht; in ihrem Gesamtbau weichen sie von denen der Blätter nicht wesentlich ab, nur sind die Lumina etwas größer; außerdem konnte ich keine besonderen Einrichtungen feststellen, welche einen vollkommenen Verschluß des Vorhofes ermöglichen. Die hinteren Cuticularleisten sind nur als kleine spitzige Fortsätze angedeutet.

Es zeigt also der gesamte Spaltöffnungsapparat vielfach Anklänge an denjenigen der Laubblätter. Vor allem kommt es auch zur Ausbildung einer wenn auch anders gebauten äußeren Atemhöhle.

II. **Aloë nigricans** Haw. (= **Gasteria nigricans** Haw.)

Die fleischigen Blätter sind mit einer äußerst dickwandigen äußeren Epidermis versehen, die eine stark skulpturierte Cuticula aufweist. Entsprechend der Dicke der Wände, welche durch die außerordentliche Mächtigkeit der Cuticularschichten bedingt wird, sind die Spaltöffnungen tief eingesenkt. (Taf. I, Fig. 3.) Die äußere Atemhöhle wird durch eine wachs- oder harzartige Masse verstopft.[1]

---

[1] Th. Wulff. Studien über verstopfte Spaltöffnungen. Österr. bot. Zeitschrift 1898, p. 253.

Diese Verstopfung trägt zur Verringerung der Transpiration bei, ohne jedoch infolge der Porosität der Substanz den Gasaustausch zu verhindern.

Ein vollständiger Verschluß des Vorhofes ist durch die zwei dicken, hakig gekrümmten Cuticularleisten ermöglicht, welche ebenso wie die gesamte Cuticula verschiedene Skulpturen zeigen.

Die Hinterhofleisten sind gleichfalls wohl entwickelt, berühren einander und schließen mitunter einen verschwindend kleinen Hinterhof ein.

Die Cuticula zieht sich längs der Bauchwand gegen die innere Atemhöhle hin bis zum Anschluß an die Assimilationszellen. Hautgelenke, welche die Beweglichkeit der Schließzellen gewährleisten, sind ebenfalls wohl entwickelt.

Die Blüten haben ein röhriges Perigon, dessen Blätter im unteren Teile miteinander verwachsen, oben hingegen frei sind. Im Inneren des Perigons ist daher immer eine größere oder geringere Menge von Wasserdampf enthalten, welche die Austrocknungsgefahr verringert. Es ist daher von vornherein zu erwarten, daß die Spaltöffnungen der Außenseite in ihrem Bau von jenen der Innenseite abweichen. Dies trifft nun tatsächlich zu.

In den oberen freien Teilen der Perigonblätter sind auf der Außen- sowie auf der Innenseite ziemlich zahlreiche Spaltöffnungen vorhanden, welche gegen den verwachsenen Teil zu immer mehr an Zahl abnehmen, um schließlich in der unteren Region ganz zu fehlen.

Während nun die Spaltöffnungen der Außenseite, wenn auch mit einigen Modifikationen, immer noch gewisse Anklänge an die der Laubblätter zeigen, weisen die der Innenseite ein von diesen völlig abweichendes Verhalten auf.

Die Spaltöffnungen der Außenseite sind, entsprechend der geringeren Dicke der Epidermisaußenwände, erheblich weniger, aber immerhin nicht unbedeutend eingesenkt, eine Verstopfung der äußeren Atemhöhle findet jedoch nicht statt. (Taf. I, Fig. 4.)

Die Cuticularschichte ist auch hier noch verhältnismäßig dick und weist die für die Laubblattepidermis charakteristische Skulpturierung auf. Es bildet auch die Cuticula ziemlich

mächtige Vorhofleisten, welche, ähnlich wie im Laubblatt, hakig gekrümmt sind, jedoch nicht immer einen vollständigen Verschluß des Vorhofes ermöglichen.

Ebenso sind auch die hinteren Cuticularhörnchen ausgebildet, können aber den Hinterhof von der inneren Atemhöhle nicht abtrennen.

Betrachten wir nun die Spaltöffnungen der Innenseite (Taf. I, Fig. 5), so fällt uns vor allem auf, daß sie entweder gar nicht oder nur ganz minimal eingesenkt sind. Eine äußere Atemhöhle ist mithin gar nicht vorhanden, nicht einmal angedeutet, ja es können die Cuticularleisten zuweilen sogar etwas über das Niveau der übrigen Epidermiszellen vorragen. Doch sind sie wohl entwickelt und können mitunter mit ihren Rändern einander berühren, so daß der Vorhof gegen außen abgeschlossen wird. Auch die Hinterhofleisten sind ausgebildet, eine innere Atemhöhle ist vorhanden. Der Unterschied zwischen den Laubblatt- und den Perigonspaltöffnungen ist hier also ein sehr beträchtlicher, was eben mit den verschiedenen Ansprüchen auf Transpirationsschutz zusammenhängt.

III. **Aloë spiralis** L. (= **Apicra spiralis** [L.] Bak.)

Bei dieser mit der eben besprochenen nahe verwandten Aloinee ist die Cuticularschichte der Blattepidermis von geringerer Mächtigkeit als bei jener. Dennoch ist der Grad der Einsenkung derselbe, da über den Nebenzellen der Spaltöffnung die Cuticularschichten sich zu einem Wall emporrichten, welcher die Bildung der äußeren Atemhöhle zur Folge hat. (Taf. I, Fig. 6.) An einer Stelle (*H*) ist die Wand besonders dünn und bildet das äußere Hautgelenk. Zwei mächtige, mit Skulpturen versehene, vordere Cuticularleisten verschließen den Eingang in den Vorhof, ebenso wird der kleine Hinterhof durch zwei wohl entwickelte Leisten von der inneren Atemhöhle abgegrenzt.

Auch hier kommt wie bei der obigen Gattung eine weitgehende xerophytische Anpassung im anatomischen Bau der Spaltöffnung zum Ausdruck. Wie sind nun die Spaltöffnungen der Perigonblätter gebaut?

Die Blüte ist ähnlich gestaltet wie bei *A. nigricans*, nur etwas größer; auch trifft man (allerdings in spärlicher Anzahl) Spaltöffnungen auf der Außen- sowie auf der Innenseite der Perigonblätter an.

Es seien zunächst die der Außenseite beschrieben. (Taf. I, Fig. 7.) Wie in den Laubblättern sind auch in den Perigonblättern die Cuticularschichten weniger mächtig entwickelt als bei *A. nigricans*. Immerhin sind die Außenwände der Epidermis bedeutend dicker als die Innenwände.

Zur Ausbildung einer äußeren Atemhöhle kommt es eigentlich nicht, es wäre denn, daß man als solche den seichten Hohlraum bezeichnen wollte, der sich über der Spaltöffnung befindet.

Vordere und hintere Cuticularleisten sind vorhanden; erstere sind recht wohl entwickelt und verschließen den Vorhof.

Auf der Innenseite der Perigonblätter haben die mit einer zarten Cuticula versehenen Epidermiszellen verhältnismäßig dünne Außenwände, welche sich papillös vorwölben; eine äußere Atemhöhle ist gar nicht angedeutet. Die äußeren Cuticularleisten sind noch ziemlich gut ausgebildet, die hinteren dagegen nur noch angedeutet. (Taf. I, Fig. 8.)

Die Schließzellen mit ihren dünnen Rücken- und den dickeren Bauchwänden, mit den wohl entwickelten Hautgelenken gleichen dem Spaltöffnungstypus mittlerer Feuchtigkeitsverhältnisse, weichen dagegen von denen der Laubblätter und auch von denen der Außenseite des Perigons wesentlich ab.

IV. **Nerium Oleander** L.

An der Unterseite der Laubblätter treten die Spaltöffnungen bekanntlich an den Wänden von Hohlräumen auf, welche als gemeinsame Atemhöhlen bezeichnet werden können; dadurch allein schon befinden sie sich in einer geschützten Lage. Zudem ist die Höhlung von Trichomen ausgekleidet, was den Gasaustritt und somit auch die Transpiration erschwert.

Die Schließzellen selbst (Taf. I, Fig. 9) zeigen in diesem Falle keine xerophytische Anpassung. Sie sind mit ihren Nebenzellen über das Niveau der übrigen Epidermiszellen erhoben. Die Wände sind stark verdickt, so daß das Lumen querspalten-

förmig wird. Die Cuticularschicht ist nur von geringer Mächtigkeit; die äußeren Cuticularleisten sind nur schwach ausgebildet und ziemlich weit voneinander entfernt, ein Verschluß des Vorhofes kommt somit nicht zustande. Die inneren Cuticularleisten sind kaum angedeutet.

An den Blütenblättern treten die Spaltöffnungen auf der Außenseite einzeln auf, ermangeln also einer gemeinsamen äußeren Atemhöhle und sind sehr spärlich vorhanden.

Vergleichen wir diese Spaltöffnungen (Taf. I, Fig. 10) mit denen der Laubblätter, so ergibt sich folgendes:

Vor allem zeigt sich ein erheblicher Größenunterschied zwischen den Schließzellen, indem die der Blüten in radialer Richtung gemessen ungefähr 2- bis $2^1/_2$ mal so groß sind als die der Laubblätter.

Die Breite des ganzen Apparates (Entfernung der beiden Rückenwände) ist im oberen breitesten Teile *(R R)* bei den Blüten ungefähr doppelt so groß wie beim Laubblatt.

In der Form zeigt sich eine Übereinstimmung mit den Spaltöffnungen der Laubblätter; nur sind die Wände weniger verdickt, die Lumina daher größer. Auch sind die Cuticularleisten viel deutlicher ausgebildet, doch ist ein Verschluß des Vorhofes hier gleichfalls ausgeschlossen.

Die inneren Cuticularleisten sind nur angedeutet.

Abgesehen von den Dimensionen besteht demnach kein wesentlicher Unterschied zwischen den Spaltöffnungen der Laub- und der Blütenblätter, es fehlt aber letzteren der Schutz, welcher durch die Einsenkung und die Ausbildung der mit Trichomen versehenen gemeinsamen äußeren Atemhöhle gegeben ist.

Dagegen ist das Auftreten der Spaltöffnungen auf den Blütenblättern ein sehr spärliches.

V. **Melaleuca acerosa** Schau.

Die xerophytische Anpassung der Laubblätter spricht sich schon in ihrer nadelförmigen Gestalt aus.

Auch die Ausbildung des Spaltöffnungsapparates trägt dem Bedürfnis nach Herabsetzung der Transpiration in vorzüglicher Weise Rechnung.

Auf einem Querschnitt durch das ausgewachsene Blatt (Taf. II, Fig. 1) erhält man von den Spaltöffnungen folgendes Bild:

Die Schließzellen sind unter das Niveau der übrigen Epidermiszellen eingesenkt und von nicht unbedeutender Größe. Die Wände sind stark verdickt, so daß das Lumen querspaltenförmig erscheint; sie bestehen aus einer mächtigen Celluloseschicht, über welcher sich außen eine dünne Cuticularschicht hinzieht. Die Cuticularschicht der Epidermiszellen ist hingegen sehr mächtig.

Ihrer eingesenkten Lage zufolge grenzen die Schließzellen mit ihren Rückenwänden nur an den unteren Teil der Radialwände der Nebenzellen, die letzteren grenzen an den Hohlraum *V* über den Schließzellen und zeichnen sich (wie die übrigen Epidermiszellen) durch eine sehr stark entwickelte Cuticularschichte aus, welche an der Grenze zwischen Schließ- und Nebenzellen noch über den Außenwänden der ersteren sich erhebt und den freien Teil der Radialwand der letzteren bildet.

Im oberen Teil ist die Cuticularschicht beiderseits leistenartig ausgezogen *(C)* und verengert dadurch den Eingang in den Hohlraum. Seine Seitenwände sind mit höckerartig und wulstförmig vorspringenden Verdickungen *(H)* versehen.

Ein Oberflächenschnitt (Taf. II, Fig. 2) und ein radialer Längsschnitt (Taf. II, Fig. 3) bringen noch größere Klarheit über diese Verhältnisse.

Am Oberflächenschnitt sehen wir zu oberst eine kleine elliptische Öffnung *O*, deren längere Achse im Sinne der Zentralspalte verläuft. Darunter nehmen wir eine zweite Öffnung O_1 wahr, welche in der Richtung senkrecht darauf gestreckt ist und einen bedeutenderen Längsdurchmesser als die obere Öffnung hat. Die obere kleinere Öffnung kommt dadurch zustande, daß die äußersten Cuticularschichten leistenförmig die darunter befindliche Höhlung (zumal in der Richtung des längeren Durchmessers) überdachen.

Zuweilen kann die Öffnung noch kleiner sein als im vorliegenden Fall, die Höhlung kann auch in der Richtung des kürzeren Durchmessers ziemlich weit überdacht werden, so daß wir an nicht ganz medianen Querschnitten Bilder bekommen

können, wo der Hohlraum über den Schließzellen durch eine Cuticularschicht von der Außenwelt vollkommen abgeschlossen erscheint.

Die darunter befindliche Öffnung stellt den Eingang in den unteren Teil des Hohlraumes dar; die vorspringenden Hörnchen *H* entsprechen den an den Seitenwänden auftretenden Verdickungen.

An den Schließzellen selbst findet man dort, wo sonst die äußeren Cuticularleisten auftreten, nichts Derartiges vor.

Was für einen Teil des Spaltöffnungsapparates dieser Hohlraum darstellt, wird sich aus dem Späteren ergeben.

Einstweilen vergleichen wir diesen Spaltöffnungsapparat mit demjenigen der Kronblätter, und zwar ihrer Innenseite. (Taf. II, Fig. 4.) Die Spaltöffnungen befinden sich hier in bezug auf Transpiration in einer geschützteren Lage; in der Tat sind die Schließzellen unter das Niveau der übrigen Epidermiszellen nicht eingesenkt, sie haben stark verdickte Wände, ein querspaltenförmiges Lumen und zwei sehr kräftig entwickelte, emporragende Cuticularleisten, welche einen Verschluß des Vorhofes ermöglichen.

Auf der Außenseite der Blütenblätter ist die Transpirationsgefahr eine größere, die Spaltöffnungen sind in geringerer Anzahl vorhanden als auf der Innenseite; teilweiser Schutz gegen zu starken Wasserverlust ist durch ihr spärliches Auftreten gegeben. In der Ausbildung weichen sie von denen der Innenseite nur wenig ab. (Taf. II, Fig. 5.) Die Cuticularleisten sind noch mächtiger entwickelt und weisen schwach vorspringende Skulpturen auf. Eine besondere xerophytische Anpassung macht sich sonst auch hier nicht bemerkbar.

Wie verhalten sich nun diese Spaltöffnungen zu jenen der Laubblätter? In welcher Weise haben letztere sich differenziert, um den an sie gestellten Anforderungen hinsichtlich starker Herabsetzung der Transpiration besser zu entsprechen?

Der große Hohlraum über den Schließzellen, von dem vielfach die Rede war, könnte a priori den Eindruck einer äußeren Atemhöhle machen, doch würden in diesem Falle die Schließzellen der äußeren Cuticularleisten entbehren.

Ist es nun wahrscheinlich, daß die in den Blütenblättern so wohl entwickelten Cuticularleisten an den Spaltöffnungen der Laubblätter überhaupt nicht zur Ausbildung gelangen, ja gar nicht angedeutet sind?

Aus der vergleichenden Beobachtung von Schnitten durch Laubblätter verschiedenen Alters ergibt sich tatsächlich, daß wir es hier nicht mit einer äußeren Atemhöhle, sondern mit einem großen Vorhof zu tun haben, der oben von den zwei in diesem Falle besonders gestalteten Cuticularleisten der Schließzellen begrenzt ist.

An ganz jungen Blättern (Taf. II, Fig. 6) unterscheiden sich die Schließzellen von den übrigen Epidermiszellen im wesentlichen nur durch die dickere Celluloseschicht der tangentialen Außenwand und das entsprechend kleinere Lumen. Die Mächtigkeit der Cuticularschicht ist noch für sämtliche Zellen die gleiche.

In einem etwas vorgerückteren Stadium (Taf. II, Fig. 7) bilden sich zwei kräftige, schräg aufwärts gerichtete Cuticularleisten aus, die einen Vorhof einschließen.

Durch radiale Streckung der unteren Teile der Cuticularleisten, die mit der gleichsinnigen Streckung der benachbarten Epidermiszellen gleichen Schritt hält, wird der Vorhof immer tiefer und nimmt gleichzeitig an Weite zu. (Taf. II, Fig 8 und 9.) Dadurch erscheinen die beiden Schließzellen stark unter die Oberfläche der Epidermis hinabgerückt und entbehren natürlich scheinbar der äußeren Cuticularleisten, denn diesen entsprechen ja, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, die die scheinbare äußere Atemhöhle überdachenden breiten Cuticularleisten.

Während die Wände des bereits sehr weiten Vorhofes anfänglich ziemlich glatt sind, treten an ihnen die oben beschriebenen höckerförmigen Verdickungen auf. (Taf. II, Fig. 9 *H.*) Fig. 10 (Taf. II) entspricht der Oberflächenansicht einer Spaltöffnung in einem solchen Stadium.

Daß der »windstille Hohlraum« über den Spaltöffnungen auf andere Weise als durch »Ausbildung einer äußeren Atemhöhle«, nämlich »durch Erweiterung des Vorhofes«, »geschaffen

werden« kann, ist von Haberlandt[1] für die Laubblätter von *Cypripedium venustum* und andere nachgewiesen worden. Doch ist hier der Charakter der Höhle als Vorhof noch deutlich erhalten geblieben. Auch bei anderen Myrtaceen (*Melaleuca-*, *Metrosideros-*Arten) kommen große Vorhöfe vor, welche von mächtigen Cuticularleisten geschlossen sind und welche ebenfalls sofort als solche kenntlich sind, da die Cuticularleisten nicht so vielfache Modifikationen erleiden wie bei *Melaleuca acerosa;* so wären die von Tschirch[2] beschriebenen Spaltöffnungen von *Melaleuca uncinata*[3] und *Metrosideros polymorpha*[4] hierher zu rechnen. Bei

VI. Melaleuca armillaris Lin.

gleichen die Spaltöffnungen der ausgewachsenen Laubblätter (Taf. II, Fig. 11) denen der jungen Blätter von *Melaleuca acerosa* (Taf. II, Fig. 7) in der Ausbildung der äußeren Cuticularleisten; ferner sind hier auch die hinteren Cuticularleisten angedeutet, die dort immer fehlen. Bei

VII. Metrosideros villosa Lin.

sind die Spaltöffnungen der Laub- (Taf. II, Fig. 12) sowie die der Blumenblätter (Taf. II, Fig. 13) ebenfalls im Besitze mächtiger Vorhofleisten; Hinterhofleisten fehlen. Eine besondere Differenzierung der Laubblattspaltöffnungen macht sich nicht bemerkbar; Transpirationsschutz ist durch den Haarfilz gegeben, welcher die Blätter dicht bekleidet.

Die Spaltöffnungen der Blüten weichen von denen der Laubblätter nur darin ab, daß die äußeren Cuticularleisten der letzteren den Vorhof überdachen, während dies an den Blüten nicht der Fall ist.

---

[1] Haberlandt, Physiol. Pflanzenanatomie 1904, p. 408, Fig. 166 *A*.

[2] Tschirch: Über einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort mit spezieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. Linnea, Neue Folge IX, 1881.

[3] l. c. p. 228 und Taf. II, Fig. 15.

[4] l. c. p. 228.

VIII. **Mamillaria** sp. Haw.

Die bei dieser Gattung weit vorgezogenen Blattkissen haben eine Epidermis mit stark verdickten Außen- und Innenwänden, welch letztere an ein großzelliges Hypodermsklerenchym grenzen. Nur die Nebenzellen der Schließzellen haben ganz dünne Innenwände. (Taf. II, Fig. 14.) Die Cuticularschicht ist im Verhältnis zur Celluloseschicht recht dünn und wird über den Schließzellen, wo sie in die Bildung der Vorhofleisten eingeht, etwas dicker.

Die Schließzellen befinden sich im Niveau der übrigen Epidermiszellen und zeigen in ihrem Bau nichts Auffälliges.

Die schön ausgebildeten Cuticularleisten überdachen den Vorhof; was ihre Gestalt betrifft, so wäre zu bemerken, daß sie im Querschnitt hakig gekrümmt und scharf zugespitzt sind. Die Hinterhofleisten sind nur angedeutet. Hautgelenke sind wohl ausgebildet. Die Nebenzellen sind etwas schmäler als die übrigen Epidermiszellen.

Hier wird ein Transpirationsschutz durch den Gesamtbau der Assimilationsorgane (zum Teil durch das Hypodermsklerenchym) bedingt; die Spaltöffnungen selbst sind normal entwickelt.

Die Spaltöffnungen der Blüten (Taf. II, Fig. 15) weichen nicht wesentlich von diesen ab. Die Dicke der Wände ist eine bedeutend geringere als in den Blattkissen; die Cuticularschicht ist nur als äußerer dünner Saum vorhanden; über den Schließzellen erreicht sie allerdings eine relativ bedeutende Mächtigkeit und bildet die kleinen äußeren Cuticularleisten, welche am Rande abgerundet erscheinen, schwächer gekrümmt sind und den Vorhof nicht überdachen. Die hinteren Cuticularleisten sind noch schwächer angedeutet als im Blattkissen.

Die Nebenzellen sind größer als die übrigen Epidermiszellen und wölben sich etwas nach außen vor.

Es ist also hier, wo zum Zwecke einer Herabsetzung der Transpiration eine besondere Ausbildung des Spaltöffnungsapparates nicht vorliegt, ein auffallender Unterschied zwischen jenem der Assimilationsorgane und dem der Blüten nicht nachweisbar.

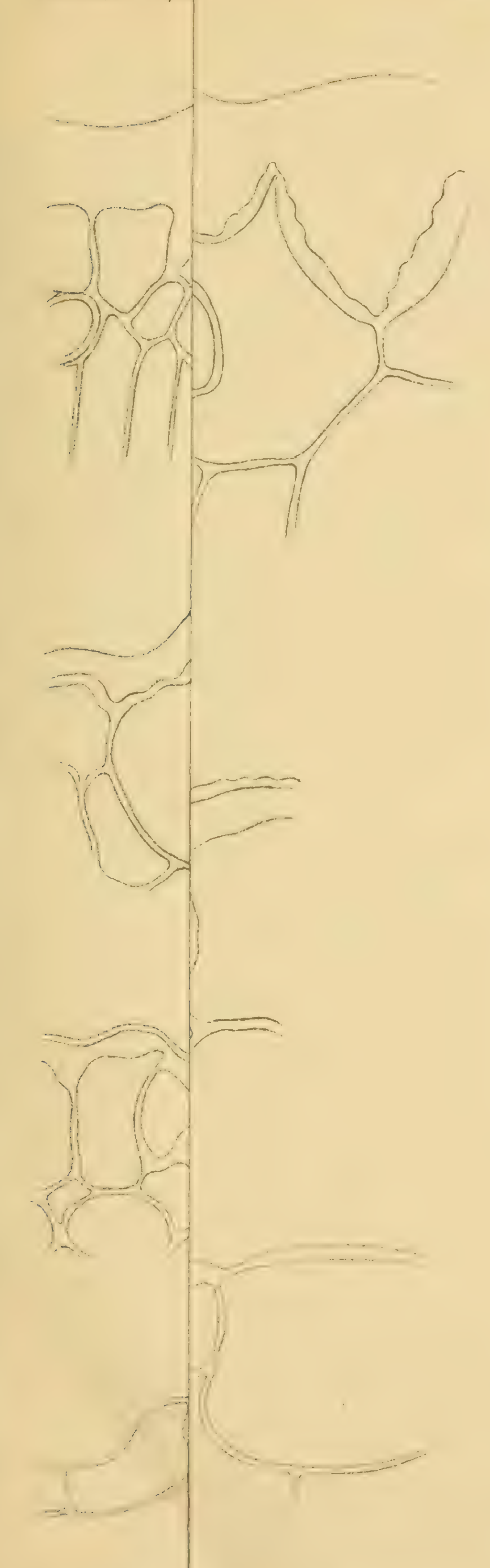
Wie wir gesehen haben, zeigt sich bei den untersuchten Xerophyten im allgemeinen auch in den Perianthblättern ein gewisses Bestreben, die Transpiration auf ein geringeres Maß herabzusetzen. Dieses Bestreben äußert sich jedoch nicht in xerophytischen Anpassungsmerkmalen des Spaltöffnungsapparates, wie dies bei vielen Laubblättern der Fall ist.

Es werden in den Blüten die Spaltöffnungen vielmehr an geschütztere Stellen verlegt, wodurch allein schon Verminderung der Transpiration bedingt wird; oder aber sie werden nur in geringer Anzahl ausgebildet, fehlen jedoch fast niemals vollständig, was bei diesen nicht-grünen Organen dafür spricht, daß ihr Vorhandensein für den Atmungsgaswechsel unentbehrlich ist. In ihrem Bau weichen sie von den Spaltöffnungen, wie sie bei mittleren Feuchtigkeitsverhältnissen ausgebildet werden, wenig oder gar nicht ab. Bei der Vergänglichkeit der Blütenorgane ist diese Art der Anpassung eine genügende.

Nicht unwesentlich hingegen unterscheiden sich in der Regel die Spaltöffnungen der Blütenblätter in ihrem Bau von jenen der Laubblätter, wofern letztere sich durch besondere Ausbildung einer äußeren Atemhöhle oder eines in eigentümlicher Weise differenzierten großen Vorhofes an die xerophytische Lebensweise angepaßt haben.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Hofrat Dr. G. Haberlandt für die anregende Teilnahme und die freundliche Anleitung meinen aufrichtigsten ergebenen Dank auszusprechen.

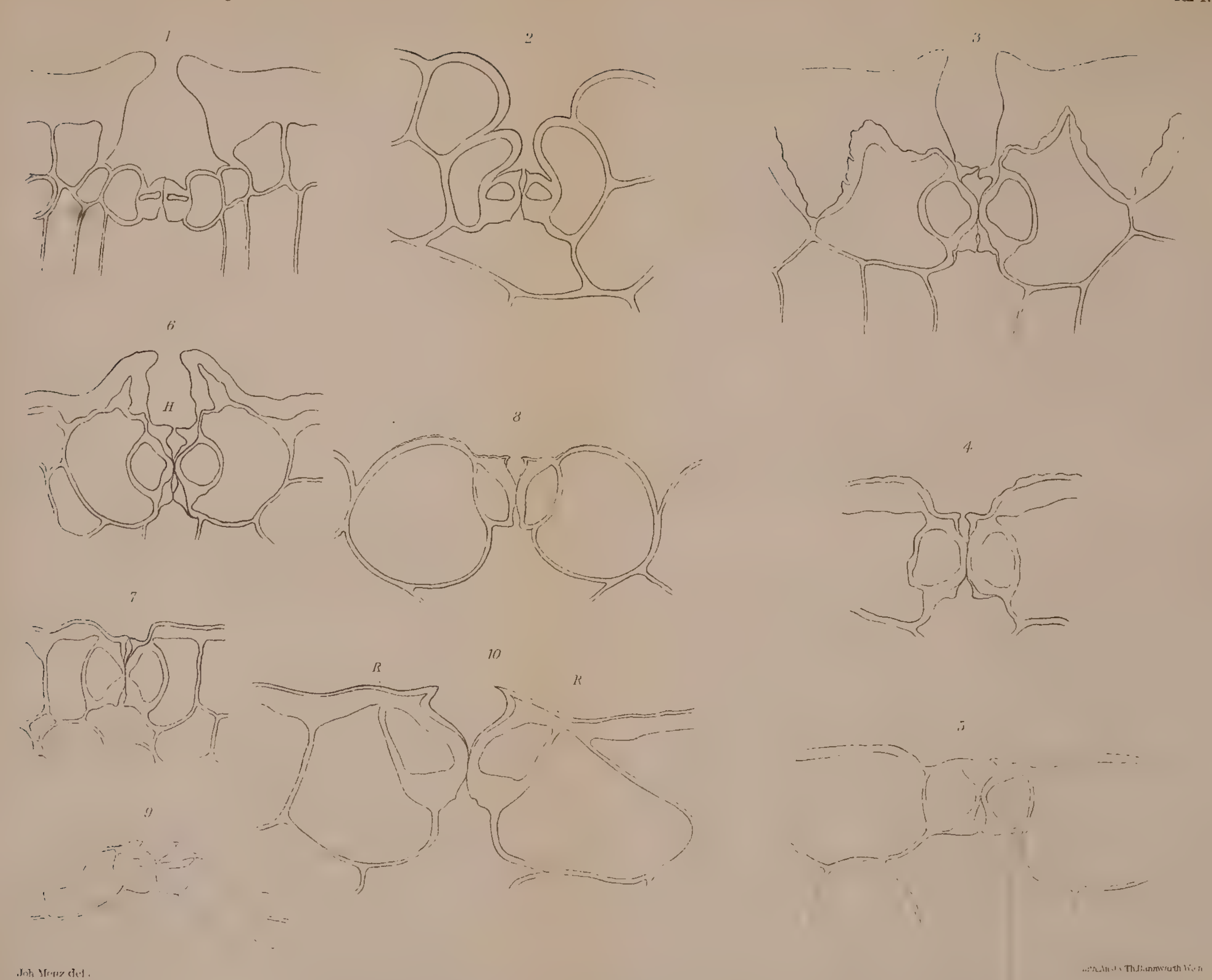
Taf I.



Joh. Menz del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

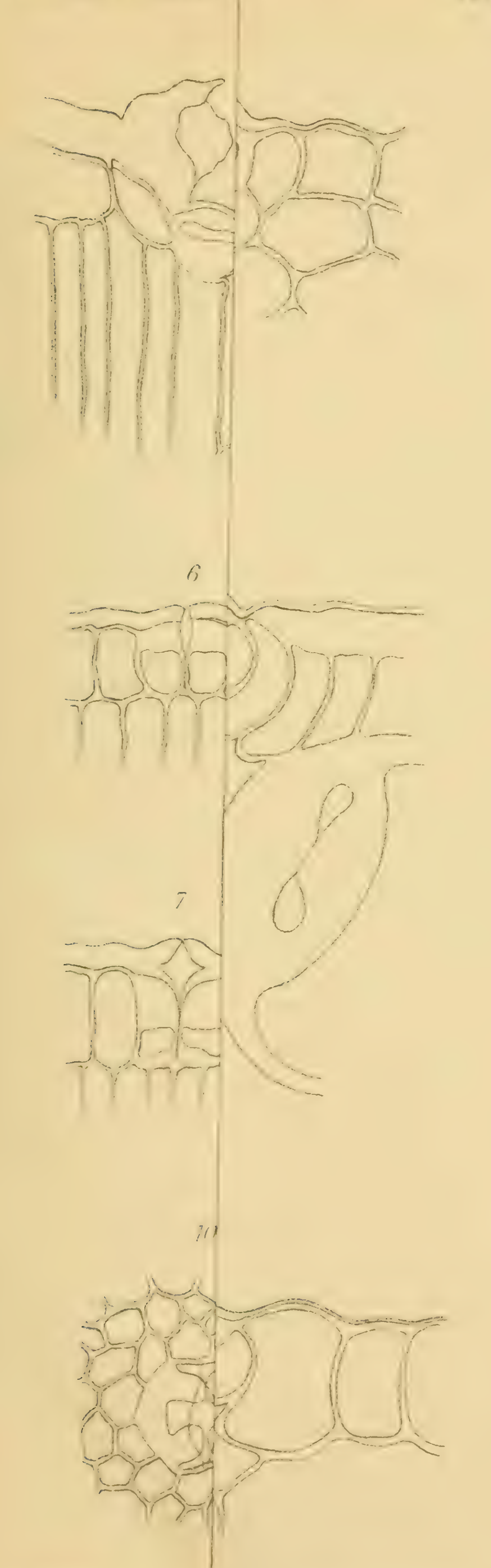




Joh. Menz del.

Lith.Anst.v.Th.Bannwarth Wien

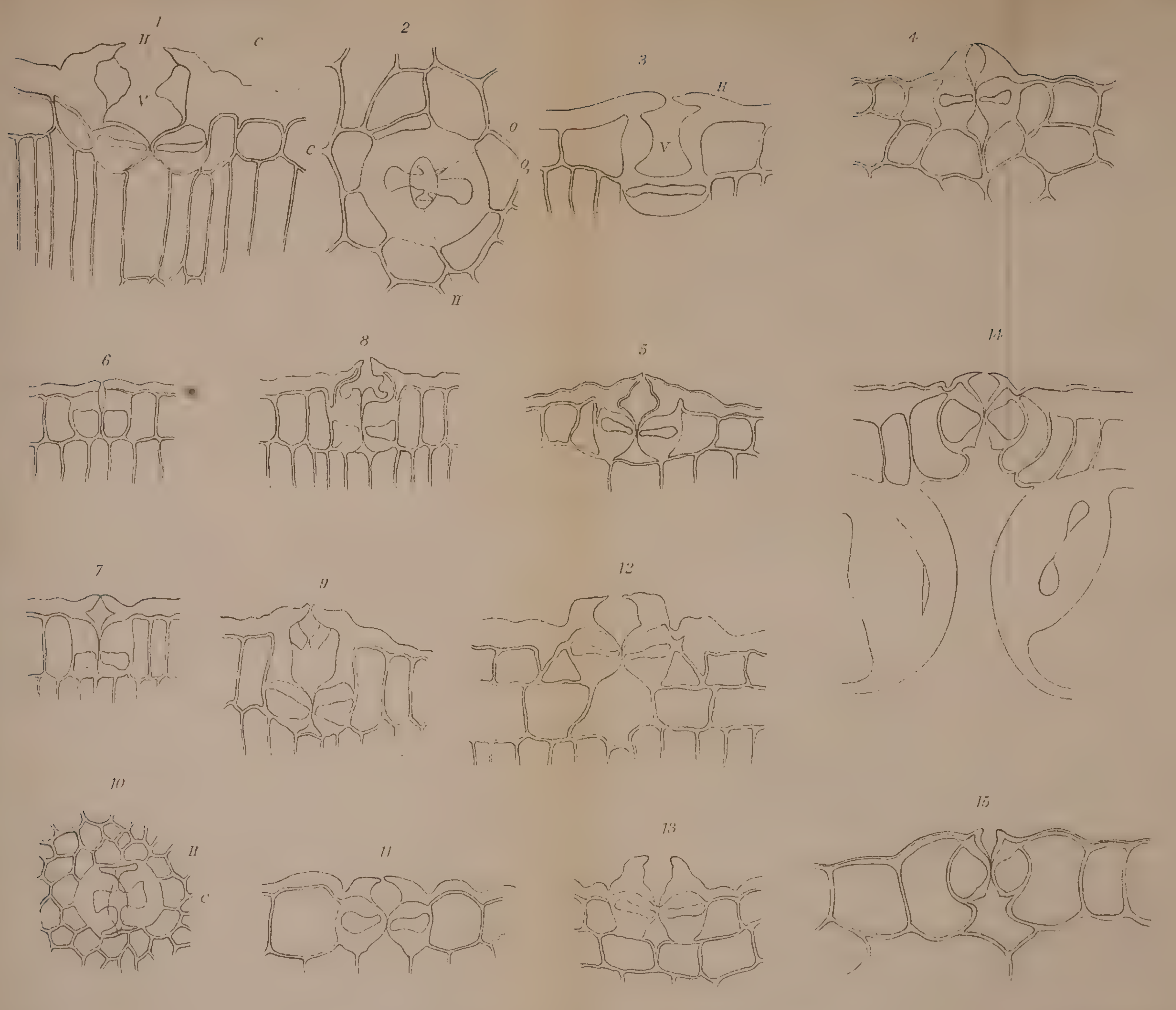




Joh. Menz. del.

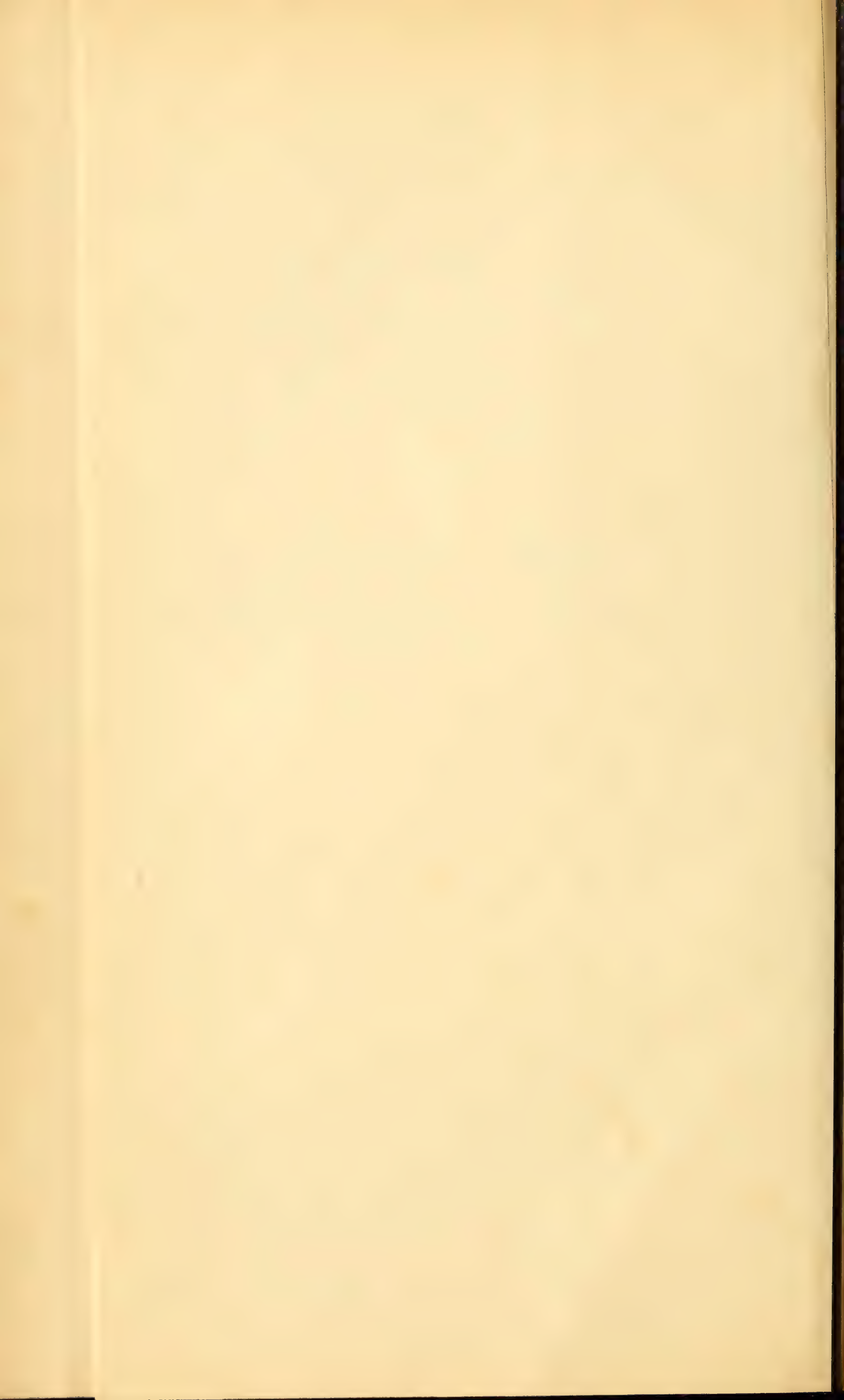
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.





Joh Menz, del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien



Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Laubblattspaltöffnung von *Hakea pugioniformis*.
Fig. 2. Spaltöffnung aus dem Kurztrieb von *Hakea pugioniformis*. *A* = äußere Atemhöhle.
Fig. 3. Spaltöffnung aus dem Laubblatt von *Aloë nigricans*.
Fig. 4. Spaltöffnung aus dem Perigonblatt von *Aloë nigricans* (von der Außenseite desselben).
Fig. 5. Spaltöffnung der Innenseite des Perigonblattes von *Aloë nigricans*.
Fig. 6. Spaltöffnung aus dem Laubblatte von *Aloë spiralis*. *H* = Hautgelenk.
Fig. 7. Spaltöffnung der Außenseite des Perigonblattes von *Aloë spiralis*.
Fig. 8. Spaltöffnung der Innenseite des Laubblattes von *Aloë spiralis*.
Fig. 9. Spaltöffnung aus dem Laubblatte von *Nerium Oleander*.
Fig. 10. Spaltöffnung aus dem Corollblatte (Außenseite) von *Nerium Oleander*. (*RR* = Rückenwände.)

Tafel II.

Fig. 1. Spaltöffnung aus dem ausgewachsenen Laubblatt von *Melaleuca acerosa* (Querschnitt). *V* = Vorhof, *C* = Cuticularleisten, *H* = höckerförmige Verdickungen.
Fig. 2. Dasselbe in der Oberflächenansicht.
Fig. 3. Dasselbe im radialen Längsschnitt.
Fig. 4. Spaltöffnung aus dem Corollblatte (Innenseite) von *Melaleuca acerosa*.
Fig. 5. Spaltöffnung aus dem Corollblatte (Außenseite) von *Melaleuca acerosa*.
Fig. 6 bis 9. Entwicklungsstadien der Laubblattspaltöffnung von *Melaleuca acerosa*.
Fig. 10. Oberflächenansicht einer nicht ganz ausgebildeten Spaltöffnung von *Melaleuca acerosa*.
Fig. 11. Spaltöffnung aus dem Laubblatte von *Melaleuca armillaris*.
Fig. 12. Spaltöffnung aus dem Laubblatte von *Metrosideros villosa*.
Fig. 13. Spaltöffnung aus dem Corollblatte von *Metrosideros villosa*.
Fig. 14. Spaltöffnung aus dem Blattkissen von *Mamillaria*.
Fig. 15. Spaltöffnung aus dem Corollblatte von *Mamillaria*.



Die Elektrizitätsleitung in Krystallen bei hohen Temperaturen

von

C. Doelter,

k. M. k. Akad.

(Mit 18 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 20. Jänner 1910.)

Die vorliegende Arbeit bildet die Fortsetzung meiner früheren, im 117. Bande dieser Sitzungsberichte veröffentlichten Untersuchung über die Leitfähigkeit fester Silikate. Die Messungen wurden von Herrn Dr. K. Herold und mir gemeinsam ausgeführt, die Berechnungen sind von Dr. Herold durchgeführt worden; ich danke dem Genannten hiermit für seine Mitarbeit.

In meinen früheren Arbeiten ging ich von der Idee aus, die Dissoziation auch in den Silikatschmelzen nachzuweisen, nachdem ja durch andere Arbeiten, wie die von R. Lorenz u. a. die Elektrolyse[1] der Salze und Schmelzflüsse nachgewiesen war. Daß elektrolytische Dissoziation auch in Silikatschmelzen stattfindet, dürfte nunmehr feststehen, wie denn auch Elektrolyse der Silikate durchführbar ist.

Eine weitere Frage ist jedoch die der elektrolytischen Leitfähigkeit der festen Silikate, die ich in meiner zweiten Abhandlung[2] behandelte; insbesondere ist zu entscheiden, ob in Krystallen überhaupt auch elektrolytische Leitfähigkeit möglich ist, und es mußte daher der Kreis der Untersuchung auch auf

---

[1] Literatur siehe bei R. Lorenz, Elektrolyse geschmolzener Salze. Halle 1905, III.

[2] Sitzungsber. der Wiener Akad, *117*, I (1908), und Zeitschrift für Elektrochemie, *14*, Nr. 35 (1908).

andere Stoffe, insbesondere auf Oxyde ausgedehnt werden. Es handelt sich dabei insbesondere um den Verlauf der Temperaturleitfähigkeitskurve bei hohen Temperaturen und um andere Versuche zur Entscheidung der Frage, ob in Krystallen metallische, d. i. Elektronenleitung oder elektrolytische, d. h. also Ionenleitung vorkommt und wie sich die verschiedenen Stoffe in dieser Hinsicht verhalten.

Bei der Entscheidung spielt die Polarisation eine große Rolle und wurde das Augenmerk daher besonders auf die Messung des Polarisationsstromes gerichtet.

Es wurde aber, wie erwähnt, der Kreis der Versuche auch dahin erweitert, daß nicht nur Silikate, sondern andere Salze, wie Wolframit, Baryt, also wolframsaure und schwefelsaure Salze, untersucht wurden, dann auch Oxyde, wie Zinnstein, Saphir, Rutil und Magneteisen, also metallische Körper.

Seit meiner letzten Publikation erschien ein sehr interessanter Aufsatz von J. Königsberger[1] über Elektrizitätsleitung in festen Körpern, auf den ich später zurückkomme.

Ich muß aber auf einige der früheren Arbeiten vorerst eingehen.

Die Ansicht, daß auch im festen Zustand elektrolytische Leitfähigkeit, wenigstens in Salzen und vielen Oxyden, vorhanden sei, dürfte die ältere sein. Am ehesten scheint dies auch für Glas und Porzellan bei höheren Temperaturen durchgedrungen zu sein (abgesehen davon auch bei vielen Salzen). Die Literatur kann hier nicht ausführlich erörtert werden, doch mag auf die Arbeiten von Braun, Graetz, Foussereau, L. Poincarré und Bouty, Warburg hingewiesen werden, sowie auf die neueren, besonders wichtigen von R. Lorenz.

Metallisch leitende Krystalle und elektrolytisch leitende.

Daß die metallischen Krystalle, zumeist Erze, die undurchsichtig sind, meist auch hohes spezifisches Gewicht haben, sich anders verhalten wie die hellen, durchsichtigen, spezifisch leichteren Salze und Oxyde, war vorauszusehen. Doch waren auch Fälle bekannt, daß metallische Mineralien

---

[1] Zeitschrift für Elektrochemie, *15*, 97 (1909).

elektrolytisch leiten; es hängt dies aber mit dem Vorkommen von Einschlüssen zusammen und sind solche Körper keine wirklichen Elektrolyte, sondern Pseudoelektrolyte, da ihre Leitfähigkeit hervorgerufen wird durch in ihnen enthaltene Einschlüsse fremder Flüssigkeiten, die aber dem betreffenden reinen Stoff nicht zukommen. So zeigte Warburg,[1] daß die Leitfähigkeit von Quarzplatten in der Richtung der optischen Achse durch beigemengtes Natriumsilikat verursacht wird; es dürfte die Ansicht, daß hier feinste Kanäle im Quarz parallel seiner Achse vorhanden sind, richtig sein,[2] es ist ja schon die Ansicht von der Faserstruktur des Quarzes ausgesprochen worden (Michel-Lévy).

Daß bei niederen Temperaturen metallisch leitende Körper durch Wassergehalt, durch Einschlüsse von Lösungen auch elektrolytisch leiten, also »Pseudoelektrolyte« sind, hat O. Weigel[3] nachgewiesen. Andrerseits ist es möglich, daß bei Sulfiden feste Lösungen von Metall im Sulfid vorliegen; allerdings müßte sich ein solcher Metallgehalt bei der Analyse als Überschuß zeigen. Solche Überschüsse des Metalls gegenüber der Sulfidformel kennen wir, es sind aber wohl mehr Ausnahmsfälle. Bei dem Mineral Magnetkies kommt im Gegensatz dazu ein Überschuß von Schwefel vor. Jedenfalls können Einschlüsse die Leitfähigkeit in verschiedenem Sinne beeinflussen, und zwar sowohl bei metallischen Leitern als auch bei Elektrolyten. Bei ersteren wird sich die durch Beimengung von Elektrolyten verursachte Leitfähigkeit zumeist bei weniger hohen Temperaturen bemerkbar machen; bei hoher Temperatur zeigt sich dann die eigene Leitfähigkeit.

Bei Oxysalzen ist elektrolytische Leitung nicht nur im schmelzflüssigen, sondern auch im festen Zustand zu erwarten.

R. Lorenz hat als erster bei der Elektrolyse vieler geschmolzener Salze wie Zinkchlorid, Zinkbromid, Bleichlorid, Silberchlorid u. a. auch die Polarisation unter dem Schmelz-

---

[1] Ann. der Physik, *32* (1887); *35* (1888); *41* (1890).

[2] Nach Beckenkamp, P. Curie und J. Königsberger.

[3] So haben viele Körper, z. B. Bleiglanz, Schwefel, poröse Struktur. N. Jahrb. für Min. etc. Beilage-Bd. *21*, 325 (1906).

punkt bestimmt und auch im festen Zustand nachgewiesen.

Es lassen sich Wanderungserscheinungen der Ionen in festen und geschmolzenen Elektrolyten sowie Überführungserscheinungen an Mischungen beobachten.[1] Lorenz spricht auf Grund seiner Versuche die Meinung aus, daß das Leitvermögen zahlreicher chemischer Verbindungen und Schmelzflüsse im erhitzten festen Zustand ein elektrolytisches sei, das mit Auftreten von Polarisationsspannungen an den Elektroden verknüpft ist.[2]

Galvanische Elemente können nach R. Lorenz außer mit geschmolzenen Elektrolyten auch mit festen aufgebaut werden. R. Lorenz schließt aus seinen Versuchen und dem vorhandenen Material, daß ebenso wie im schmelzflüssigen auch im festen Zustand die Existenz von Ionen anzunehmen ist. Er ist der Ansicht, daß sich sowohl im festen wie im schmelzflüssigen Zustand elektrolytische Dissoziation feststellen läßt bei allen Substanzen, die durch Schmelzen oder Auflösen in einem Lösungsmittel zu Elektrolyten werden.

Die Schmelzung bewirkt nichts anderes als eine Änderung der Ionenbeweglichkeit.

Nernst[3] hat Stäbchen von Oxyden bei hoher Temperatur untersucht und bei solchen großes Leitvermögen konstatiert; er weist den Gedanken ab, daß man es hier mit metallischer Leitfähigkeit zu tun habe, auch mit bezug auf die Lichtabsorption. Auch geben Magnesiastifte, die durch Gleichstrom im Glühen erhalten werden, polare Unterschiede an den beiden Elektroden. Die Kathode ist immer sehr viel dunkler als die Anode. Nernst und Bose[4] erklären den Strom, welcher die Stifte dauernd glühend erhält, als sogenannten Reststrom; es läge hier also nur scheinbare metallische Leitfähigkeit vor.

Anders verhält sich eine andere Klasse von Stoffen, die Schwefelverbindungen. Daß eine große Anzahl von Sulfiden metallische Leitung besitzt, scheint durch die bisherigen

[1] R. Lorenz, l. c., III, 290.

[2] Ebenda, II, 175.

[3] Zeitschrift für Elektrochemie, VI, 41 (1899).

[4] Ann. d. Phys., *9*, 164 (1902).

Arbeiten genügend bewiesen und auch solche Oxyde, die schon bei gewöhnlicher Temperatur leiten, sind gewiß metallische Leiter; solche Körper hat der Mineraloge schon längst als Erze von den anderen Oxyden ausgeschieden, z. B. CuO, Cu_2O, FeO, Fe_2O_3, PbO_2, und bei ihnen ist ein metallisches Verhalten erklärlich.

Mit diesen dürfen jedoch die Oxyde MgO, SnO_2, SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Sb_2O_3 nicht zusammengeworfen werden. Bei diesen muß das Experiment entscheiden. Da nun Elektrolyse sich nicht gut direkt nachweisen läßt, so bleibt außer der Temperaturkurve nur die Bestimmung der Polarisation zur Entscheidung übrig. Auch bei den früher genannten Oxyden und auch bei Sulfiden wäre es a priori nicht ausgeschlossen, daß bei höheren Temperaturen immerhin auch daneben noch Ionenleitung möglich wäre, wenn auch für diese experimentell kein Beweis vorhanden ist.

Die Versuche von H. Reynolds[1] mit Zirkonoxyd, das mit anderen Oxyden, Kieselsäureanhydrid, Titandioxyd u. a. gemengt war, sprechen wohl für elektrolytische Leitung.

Wichtig sind die Untersuchungen von F. Horton;[2] es sind Platten von geschmolzenen Oxyden untersucht worden, CaO, HgO, PbO, Bi_2O_3, CuO, Na_2O, zwischen 0° und 1300°, auch von Quarzglas, erhalten durch Umschmelzung von Quarz. (Der Autor nimmt irrtümlich an, daß es sich hier um Quarz handle, was nicht der Fall ist, da ja geschmolzener Quarz glasig erstarrt.) Auch bei den übrigen ist es nicht sicher, ob Krystalle oder zum Teil ein Gemenge von solchen mit Glasresten vorlag, doch dürften meinen Erfahrungen nach CuO, MgO, PbO, Bi_2O_3 ganz krystallin erstarren.

Daß einzelne dieser Körper eine metallische Leitung zeigten, wie PbO, CuO, Bi_2O_3, war zu erwarten, während dies bei anderen Stoffen zweifelhaft ist.

Merkmale der elektrolytischen Leitung. Die Frage, ob im festen Zustand elektrolytische Leitung möglich ist, wurde verschieden beantwortet. Auf der Versammlung der Bunsen-

---

[1] Inauguraldissertation, Göttingen 1902.

[2] Phil. Magaz., *11*, 505 (1906).

gesellschaft in Wien ergab die anläßlich meines Vortrages stattgehabte Diskussion,[1] daß die meisten der Anwesenden diese Frage im bejahenden Sinne beantworteten.

Doch ist auch die Ansicht aufgetaucht und sie wurde von Königsberger vertreten, daß im festen Zustande meistens nur Elektronenleitung möglich sei.

Es handelt sich also um die Frage, ob in festen krystallisierten Körpern überhaupt elektrolytische Leitfähigkeit möglich ist und zu welcher chemisch definierten Klasse so leitende Krystalle gehören. J. Königsberger[2] hat nun die Merkmale der elektrolytischen Leitfähigkeit gegenüber der Elektronenleitung zusammengestellt; er unterscheidet fünf Punkte, welche die Feststellung ermöglichen, nämlich außer der Temperaturkurve, die Polarisation bei Ionenleitung, das Vorkommen eines Minimums in der Temperaturkurve bei metallischer Leitung, das Auftreten kontinuierlicher Absorption und Emission bei Elektronenleitung und das allerdings für sehr viele Körper nicht in Betracht kommende Verhalten in wässerigen Lösungen.

J. Königsberger[3] scheint 1907 noch der Ansicht gewesen zu sein, daß alle festen Körper, und zwar selbst auch Salze keine wirkliche, sondern nur sekundäre elektrolytische Leitfähigkeit zeigen, und er erklärt auch die Elektrolyse des festen Jodsilbers, die O. Lehmann und auch O. Kohlrausch beobachteten, für eine sekundäre. Doch gibt er (p. 192) zu, daß bei krystallisierten Salzen ein wenn auch rascher, so doch kontinuierlicher Übergang von der Elektronenleitung zur elektrolytischen Leitung stattfindet. Seine Ansicht dürfte aber für Jodsilber kaum richtig sein und hat er selbst auch[4] zugegeben, daß in manchen Salzen elektrolytische Dissoziation möglich ist, daher aus dieser Eigenschaft keine Charakteristik zwischen flüssigem und festem Zustand resultiert. Ich halte es für wahrscheinlich, daß die Eigenschaften der Elektronenleitung

---

[1] Zeitschrift für Elektrochemie, *14*, N. 35 (1908).

[2] Zeitschrift für Elektrochemie, *15*, 97 (1909).

[3] Jahrb. für Radioaktivität und Elektronik, *4*, 158 (1907).

[4] Zeitschrift für Elektrochemie, *15*, 99 (1909).

im wesentlichen nur den Metallen und den metallischen Körpern (Erzen), wie den Sulfiden, Metalloxyden, z. B. Fe_2O_3, Cu_2O, PbO, zukommt. Bei Quarz, bei welchem bei Temperaturen über 1300° die Widerstandskurve sehr flach ist, läßt sich die Frage schwer entscheiden.

Endlich muß einer sehr interessanten Arbeit von R. v. Haßlinger[1] gedacht werden, in welcher der Beweis zu führen gesucht wird, daß in vielen Körpern neben metallischer Leitung elektrolytische Leitfähigkeit vorkommt und daß auch in Metallen bei höheren Temperaturen Ionen vorhanden sind. Untersucht wurden insbesondere Ag_2S, Cu_2S, Eisenoxyduloxyd und Schwefel. Seine Ansicht ist also der Königsberger's völlig entgegengesetzt.

Wir kommen nun zu den entscheidenden Merkmalen der elektrolytischen Leitfähigkeit gegenüber der metallischen.

Bei der Unterscheidung zwischen elektrolytischer und metallischer Leitung oder, wie man auch sagen kann, Ionen- und Elektronenleitung scheint die Gegenwart ersterer durch Steigen der Leitfähigkeit mit der Temperatur nicht genügend begründet, wie es wohl früher angenommen wurde. Es muß entweder Transport von Masse und Abscheidung durch Elektrolyse konstatiert werden oder Polarisation.

J. Königsberger führt noch als Kriterium der Unterscheidung das Verhalten in wässeriger Lösung gemäß dem Nernst'schen Verteilungssatze an. Verbindungen, die viele Ionen in wässeriger Lösung geben, ohne chemisch zersetzt zu werden, leiten auch im festen Zustand elektrolytisch, dagegen werden die in Wasser unlöslichen oder nur kolloidlöslichen Körper metallische Leiter sein; indessen möchte ich gerade das in Wasser unlösliche Bariumsulfat, das selbst von Königsberger als elektrolytisch leitender Körper bezeichnet wird, anführen.

Dieses Merkmal ist dann, wenn keine in Wasser lösliche Verbindung vorliegt, also bei den meisten Mineralien, nicht anwendbar. Wenn es auch richtig ist, daß in Wasser lösliche Stoffe, wie die Chloride und Jodide, gut elektrolytisch leiten, so ist das Gegenteil, daß in Wasser unlösliche Stoffe nicht

---

[1] Sitzungsber. der Wiener Akad., *115*, 1521 (1906).

elektrolytisch leiten, nicht bewiesen. Wichtig ist meiner Ansicht nach die elektrolytische Leitung oberhalb des Schmelzpunktes und das Verhalten in der Nähe desselben.

Königsberger bespricht auch die Frage, ob man ohne Leitfähigkeitsmessungen die Frage nach Elektronenleitung oder Ionenleitung entscheiden kann. Naheliegend ist es und ja durch frühere Arbeiten von Lorenz u. a. bewiesen, daß ausgesprochene Salze Ionenleitung haben, wovon aber, wie auch aus den bisherigen Versuchen hervorgeht, die Salze der Schwefelwasserstoffsäure wenigstens bei niederen Temperaturen zum Teil eine Ausnahme machen. Diese Säure ist ja eine sehr schwache, alle die betreffenden Verbindungen sind ja auch metallähnliche undurchsichtige Körper, mit Ausnahme einiger, wie BaS, K_2S, Na_2S, bei welchen elektrolytische Leitfähigkeit wenigstens denkbar ist.

Daß eine Anzahl metallischer Mineralien, wie viele Sulfide, auch Oxyde, schon bei niederen Temperaturen metallische Leitung zeigt, dürfte wohl durch die Arbeiten von Hittorf, Streintz, Weigel, Bädecker, Königsberger u. a. erwiesen sein. Jedoch haben die meisten dieser Forscher bei mäßig erhöhter oder nur bei Zimmertemperatur gemessen. Es ist immerhin denkbar, daß bei hohen Temperaturen (soweit überhaupt ein Arbeiten mit solchen möglich ist, da ja Sulfide sich dann zersetzen) neben der metallischen Leitung auch elektrolytische auftritt; darüber geben jene Arbeiten keinen ganz sicheren Aufschluß, nach der Untersuchung von Haßlinger wäre letzteres der Fall, seine Ansicht ist jedoch nicht genügend gestützt.

Ferner sind von Königsberger,[1] zum Teil von ihm allein, zum Teil im Vereine mit Reichenhein und K. Schilling, an einigen Oxyden und Sulfiden Messungen vorgenommen worden, nachdem bereits Bäckstrom[2] am Eisenglanz in verschiedenen Richtungen solche ausgeführt hatte. Seine Untersuchungen betreffen zumeist Körper, bei welchen metallische Leitfähigkeit zu erwarten war, da es sich ausnahmslos um Erze handelt, nämlich um Molybdänglanz, Pyrit, Bleiglanz,

---

[1] Zeitschrift für Radioaktivität und Elektronik, *4*, 138 (1907).

[2] Schwed. Akad. der Wiss. zu Stockholm, *51*, 545 (1894).

Fahlerz, Antimonglanz, Magneteisen, Zinnerz und Eisenglanz. Es ist nun zu entscheiden, ob auch bei anderen Krystallen, namentlich bei Oxyden und Salzen, metallische Leitung bei hohen Temperaturen auftritt oder ob wir es hier mit elektrolytischer Leitfähigkeit zu tun haben; diese Frage wird nur experimentell zu entscheiden sein.

In dieser Hinsicht ist der von Königsberger dargelegte Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und Dissoziationswärme ($2q$ in der Formel p. 69) von großem Interesse; allerdings sind diese Wärmen nur für wenige Verbindungen genügend festgestellt und scheint mir die angegebene Grenze zwischen Elektronen- und Ionenleitung mit dem Werte von $2q = 40000$ cal. vielleicht doch noch nicht genügend gestützt.

Bezüglich der Dissoziationswärme ist noch zu bemerken, daß bei Eisenglanz sich verschiedene Werte für dieselbe nach verschiedenen Richtungen ergeben, was für jene Wärmegröße wohl wenig wahrscheinlich ist; daher ist es doch unsicher, ob die berechneten Zahlen ganz richtig sind.

Ferner kann zur Entscheidung der betreffenden Frage das Vorkommen eines Minimalpunktes in der Temperaturkurve, der bei elektrolytischer Leitung nicht vorkommt, herangezogen werden, wobei allerdings dieser Minimalpunkt bei Temperaturen liegen kann, die praktisch schwer erreichbar sind. Es kann auch dieser Minimalpunkt nicht prägnant genug hervortreten, so daß dieses Merkmal versagen kann.

Einfluß von Beimengungen. Es wurde bereits auf einen solchen hingewiesen (p. 51).

Bei den natürlichen und wohl auch künstlichen Sulfiden sollte aber nicht vergessen werden, daß dieselben wahrscheinlich neben ihren konstitutiven Bestandteilen Metall und Schwefel (oder Antimon, Arsen) auch kleine Mengen von Metall und in einzelnen Fällen auch von Schwefel enthalten können, wodurch ihre Leitfähigkeit stark beeinflußt werden kann; so ist im Schwefelkupfer Cu_2S (Kupferglanz) ein Gehalt von metallischem Kupfer wahrscheinlich.[1] Groß ist der Einfluß bei unreinen Zinnsteinen.

---

[1] Lorenz, l. c., II, 168.

Der Einfluß der Beimengungen auf die Leitfähigkeit kann ein erheblicher sein und dabei lassen sich solche Beimengungen nur bei durchsichtigen Krystallen unter dem Mikroskop konstatieren, während sie bei undurchsichtigen metallischen Substanzen unter Umständen gar nicht zu konstatieren sind. Insbesondere ist der Fall denkbar, daß bei Erzen sowohl Schwefel wie auch die Metalle als feste Lösungen vorkommen, wodurch ebenfalls die Leitfähigkeit geändert werden kann.

Königsberger hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Beeinflussung der Leitfähigkeit von dem Werte der Dissoziationswärme q (in der Formel p. 69) abhängt; so hat Clay darauf hingewiesen, daß bei Gold, dessen q sehr klein ist, schon einige Tausendstel Prozent größere Änderungen hervorbringen. Bei solchen Substanzen kann sich der Minimalpunkt nicht ausprägen, was ihn mit dem unscharfen Siedepunkt von Stoffen mit sehr kleiner Verdampfungswärme in Zusammenhang bringt, z. B. in der Nähe des kritischen Punktes.

Zusammenhang optischer Eigenschaften mit der elektrischen Leitfähigkeit.

Nernst[1] schloß auf Grund der elektromagnetischen Lichttheorie, daß die farblosen und durchsichtigen Oxyde die Elektrizität nicht metallisch leiten, da metallische Leiter die elektromagnetische Energie der Lichtschwingungen in Joule'sche Wärme umsetzen, d. h. das Licht absorbieren. In der Lichtabsorption und Lichtemission liegt also ein Unterscheidungsmerkmal zwischen elektrolytischer und metallischer Leitung.

Dagegen kommt Königsberger[2] zu entgegengesetzten Resultaten bezüglich jener Oxyde. Er erklärt die bei hohen Temperaturen entstehende plötzliche Weißglut von Oxyden wie Quarz, Zirkonoxyd, Magnesia, Thoroxyd, mit dem Zusammentreffen zweier Kurven, nämlich der Strahlungskurve und der Widerstandskurve, die bei diesen Temperaturen für Quarz sehr steil sein soll.

[1] L. c.

[2] Physik. Z., VII, 577 (1906).

Letzteres stimmt aber wohl nicht ganz, denn von 1300° an ist diese Kurve ziemlich flach. Königsberger meint, daß feste krystallinische Körper in negative Elektronen und positiv geladene Moleküle, Flüssigkeiten in negative und positive Ionen zerfallen; als Beispiele für kontinuierliche Emission und ihre Vergleichung mit der Leitfähigkeit führt er Quarz, Zirkon und Ceroxydul an. Was nun das Parallelgehen der selektiven Absorption und der kontinuierlicheren Lichtemission mit der metallischen Leitfähigkeit anbelangt, so ergab sich diese aus dem Maxwell'schen Gesetz, doch liegen nur wenige Messungen vor und auch die Königsberger'schen Messungen ergeben nicht immer volle Übereinstimmung mit der Maxwell'schen Formel.

Dagegen gibt Königsberger an, daß bei Gemengen von Oxyden mit Salzen, z. B. Kalisilikaten mit überschüssiger Kieselsäure, bei 900° elektrolytische Leitung bei weitem überwiegt; dies müßte aber dann der Fall sein beim Adular, bei dem er jedoch keine elektrolytische Leitfähigkeit annimmt.

Ich betrachte allerdings solche Körper (z. B. auch Porzellan) nicht als Gemenge von Oxyden, sondern als kieselsaure Salze und bei diesen tritt auch in der Nähe des Schmelzpunktes nachweisbar elektrolytisches Leitvermögen, wie im schmelzflüssigen Zustande auf, es unterscheiden sich z. B. die Feldspate nur quantitativ von den von Lorenz untersuchten Salzen, bei denen weit unter dem Schmelzpunkte Polarisation nachweisbar ist.

Die Maxwell'sche Beziehung. Nach Maxwell ist

$$n^2 \varkappa = \sigma \tau,$$

wenn n der Brechungsquotient gegen das Vakuum, $\varkappa$ der Absorptionsindex, σ die absolute Leitfähigkeit des Stoffes, τ die Dauer der elektromagnetischen Schwingung bedeutet. Doch gilt diese Beziehung nur für lange Wellen, bei Quecksilber hat sie sich für gelbes Licht nicht bestätigt.

J. Königsberger hat die Durchlässigkeit, das Reflexionsvermögen und den Schwächungskoeffizienten bei Antimonglanz, Markasit, Pyrit, Molybdänglanz, Manganit und Fahlerz mit Bezug auf die Maxwell'sche Beziehung zwischen Absorptionsvermögen und elektrischem Leitvermögen bestimmt. Wie aus

der Aufzählung hervorgeht, sind dies lauter metallische, bei gewöhnlicher Temperatur gut leitende Körper. Er berechnet[1] aus der soeben angegebenen Formel die Formel für den Schwächungskoeffizienten a der Strahlung

$$a = \frac{4 \cdot 02 . 10^5}{n} \sigma',$$

wobei σ' die auf Hg = 1 bezogene Leitfähigkeit ist. Für Metalle trifft diese Beziehung zu; ob für Oxyde, Sulfide und Sulfosalze, wollte Königsberger durch seine Messungen erproben.

Für gutleitende Metallsulfide und -oxyde ist die Absorption langer Wärmewellen nach Königsberger[1] nicht viel kleiner, als sie sich nach der Maxwell'schen Beziehung aus der Leitfähigkeit berechnet, während für schlechtleitende Metalloxyde und -sulfide die Absorption größer ausfällt. So nähert sich Molybdänglanz, der ein schlechter Leiter ist, mit der Erwärmung dem Verhalten gutleitender Metallsulfide und Metalle. Die Untersuchungen ergaben, daß nur Bleiglanz und Eisenglanz, die bei gewöhnlicher Temperatur gute Leiter sind, der Maxwellschen Beziehung folgen, die anderen ergaben überaus große Abweichungen.

Bei Antimonglanz Sb_2S_3 verlangt die Maxwell'sche Beziehung einen 10^7mal kleineren Schwächungskoeffizienten, bei Markasit ist der Schwächungskoeffizient 120mal größer, als aus der Leitfähigkeit zu berechnen wäre; bei Pyrit ist die beobachtete Absorption zehnmal kleiner, bei Molybdänglanz fünfmal größer als die Maxwell'sche Beziehung verlangt, bei Manganit ist sie 200mal größer, bei Fahlerz zehnmal und nur bei einer Substanz, dem Eisenglanz, stimmten Berechnung und Beobachtung vollkommen.

W. W. Coblentz kam zu dem Resultat, daß je kleiner das elektrische Leitvermögen, desto größer die experimentell gefundene Absorption für lange Wellen gegenüber der theoretisch berechneten ist. Bei großem Leitvermögen ist die Absorption kleiner als die aus dem Leitvermögen berechnete.

---

[1] Zentralblatt für Mineralogie, Geologie etc., 1905. p. 460.

Königsberger hat in seinem erwähnten Aufsatz weitere sehr beachtenswerte Mitteilungen gebracht, z. B. über sehr interessante Beziehungen zwischen Leitfähigkeit und Eigenschwingungen im Ultrarot, dann über den Zusammenhang zwischen dem Wert von $2q$ (p. 69), beziehungsweise der Affinität des negativen Elektrons zu einem Element und den chemischen Eigenschaften dieses Elementes oder seiner Verbindungen. Alle diese Beziehungen sind allerdings erst noch durch das Experiment zu beweisen.

Ich möchte hier noch auf den Zusammenhang zwischen Phosphoreszenz durch Kathoden- oder Radiumstrahlen und der elektrischen Leitfähigkeit hinweisen; die stark phosphoreszierenden Krystalle: Diamant, Rubin, Saphir, Kalkspat, Kunzit, Quarz, Wollastonit, Steinsalz, Apatit und Flußspat sind lauter Isolatoren, die keine Elektronenleitung zeigen, dagegen sind die nicht phosphoreszierenden: Bleiglanz, Pyrit, Zinnstein, dunkle Zinkblende, Magneteisen und Eisenglanz metallische Leiter.

Allerdings kann die Phosphoreszenz auch sekundär bewirkt sein durch Einschlüsse in Mineralien (vielleicht kommen manchmal solche von radioaktiven Substanzen in Betracht).

Die helle Zinkblende, welche durchsichtig ist, leitet bei gewöhnlicher Temperatur nicht. Demnach sind es also die undurchsichtigen Stoffe, welche bei gewöhnlicher Temperatur leiten, an denen Elektronenleitung sichergestellt ist. Bei Quarz, Saphir, Rutil und durchsichtigen Stoffen, die sich in vielen Eigenschaften den salzartigen Verbindungen nähern, ist Elektronenleitung keineswegs nachgewiesen. Manche Körper mögen eine Mittelstellung einnehmen. Jedenfalls verhalten sich Quarz oder Saphir wie etwa Flußspat und andere durchsichtige Salze, dagegen Zinnstein, Magneteisen und Eisenglanz wie die Sulfide und Metalle. Da a priori keine Entscheidung möglich ist, müssen die Experimentaluntersuchungen entscheiden, namentlich in bezug auf die halbmetallischen Körper.

Königsberger rechnet aus theoretischen Gründen zu den Stoffen mit Elektronenleitung auch Körper, die bei gewöhnlicher Temperatur Isolatoren sind, wie Quarz, Magnesiumoxyd und sogar Silikate wie Adular. Ich glaube, daß aus dem Verhalten dieser Körper bei hoher Temperatur ihre elektrolytische

Leitfähigkeit hervorgeht, die schon kurz unterhalb des Schmelzpunktes ganz unzweifelhaft auftritt. Königsberger erwähnt auch den Quarz als Oxyd basischen Charakters, was jedoch kaum zutreffen dürfte.

Methode der Untersuchung.

Man kann bei unseren Leitfähigkeitsversuchen auch gepreßte Pulver anwenden, wie es Streintz[1] getan hat, oder Schmelzmassen wie Lorenz,[2] Horton[3] etc., oder endlich Krystalle. Letztere sind unter allen Umständen vorzuziehen, da sie allein den natürlichen Verhältnissen gleichkommen, ferner nicht wie bei aus Schmelzfluß erstarrten Massen Glasreste darin vorkommen können oder durch verschiedene Korngröße verschiedene Leitfähigkeit erzeugt werden kann, was, wie ich konstatierte, bei Silikaten z. B. vorkommt. Beide sind aber den gepreßten Pulvern vorzuziehen, was schon Königsberger hervorgehoben hat.

Die Beschaffung von tadellosen Krystallen ist aber doch mit Schwierigkeiten verknüpft, weil nur solche brauchbar sind, die frei von Einschlüssen sind, die keine Sprünge oder sonstige Inhomogenitäten zeigen; außerdem müssen solche Krystalle auch eine gewisse Größe haben; alle diese Bedingungen sind oft schwer zu erfüllen, so daß aus einer großen Anzahl von Mineralien derartig geeignetes Material überhaupt nicht zu beschaffen ist. Daher ist die Ausdehnung der Untersuchungen beschränkt. Gepreßte Pulver möchte ich wegen der Kohärerwirkung lieber ausschließen, Schmelzen sind zum Teil aus den früher angegebenen Gründen nicht anwendbar, weil bei der Umschmelzung der erstarrte Körper chemisch oder physikalisch verändert wird, so bei Granat, Magneteisen, Topas, Wolframit, Quarz; in diesen Fällen ist die Untersuchung von erstarrten Schmelzen nicht statthaft.

Horton[4] hat z. B. Quarz untersucht; da er aber umgeschmolzenen Quarz anwandte, so bezieht sich seine Unter-

---

[1] Elektrische Leitfähigkeit gepreßter Pulver, 1904.

[2] Elektrolyse geschmolzener Salze, l. c.

[3] L. c.

[4] L. c.

suchung in Wirklichkeit auf Quarzglas, welches eine andere Leitfähigkeit zeigt als krystallisierter Quarz; mikroskopische Untersuchung auf Glasreste ist bei umgeschmolzenen Krystallen notwendig, namentlich wenn es sich um Bestimmung der Polarisation behufs Nachweises elektrolytischer Leitfähigkeit handelt.

Bei der weiteren Frage, ob dünnere Krystallplatten oder dickere Stäbe zu verwenden sind, ist die Auswahl von der Natur des zu untersuchenden Körpers abhängig. Bei guten metallischen Leitern ist letztere Disposition vorzuziehen, bei Isolatoren erstere. Da von mir fast nur Körper untersucht wurden, welche letzterer Klasse angehören, so habe ich Platten von 1 cm^2, welche 1 *mm* dick waren, untersucht, da sonst bei schlechtleitenden Körpern die Widerstände enorm groß geworden wären; auch bieten nicht alle Krystalle die Möglichkeit der Anfertigung von Stäben. Letztere sind vorzuziehen, wo es sich um große Leitfähigkeit handelt, also bei Körpern, die schon bei nicht sehr hoher Temperatur gut leiten. Wo es sich wie hier jedoch namentlich darum handelt, Polarisation nachzuweisen, darf kein zu großer Widerstand vorhanden sein, da dann der Ladungsstrom zu schwach ist. Man muß also dünne Platten verwenden, wodurch andrerseits die Bestimmung der Widerstände wieder weniger genau wird.

Ich kann, was die Methode der Untersuchung anbelangt, mich auf meine frühere Arbeit über die Leitfähigkeit fester Silikate beziehen, da derselbe Gang bei der Untersuchung eingehalten wurde. Auch habe ich damals die Schwierigkeiten erörtert, welche durch Übergangswiderstände am Kontakt mit den Platinelektroden entstehen, ferner die Fehler, welche durch die längs der Spaltrichtungen eingelagerte dünne Luftschicht entsteht, wodurch die Widerstände vergrößert werden. Die Übergangswiderstände werden aber am besten, wenn auch nicht ganz, vermieden, wenn man die Elektroden an die vergoldete Krystallplatte durch Glimmerplatten anpreßt, welche in einem Kaolintrog stecken (vgl. p. 3 meiner Abhandlung über Leitfähigkeit fester Silikate[1]); insbesondere wenn man zuerst

---

[1] Sitzungsber. der Wiener Akad., *117*, 847 (1908).

eine Erhitzung bis zirka 1000° vornimmt, weil dann durch die Ausdehnung des Glimmers die Platinelektroden fest an die Flächen der Krystallplatte angepreßt werden. Die Werte, die man bei einer zweiten Erhitzung erhält, sind dann viel genauer als bei der ersten, sie fallen demgemäß auch kleiner aus. Dies ist aber natürlich nur dann anwendbar, wenn nicht bei höheren Temperaturen Zersetzung eintritt. Wo dies, wie bei Granat, Magnetit der Fall ist, muß man die Werte der ersten Erhitzung verwenden oder darf überhaupt nicht stark erhitzen und dann ist es besser, die Krystallplatte in eine Schraube einzupressen. Ich habe durch die Gefälligkeit der Firma Krupp in Berndorf eine solche Schraube aus Nickel anfertigen lassen können und dieselbe in einigen Fällen verwendet; nur hat jede Schraube den Übelstand, daß die Krystallplatten leichter brechen als bei der Einspannung in den Kaolintrog, bei welcher sich das Anpressen von selbst bei steigender Temperatur vollzieht.

Der Kontakt kann durch Vergolden der Krystallplatte verbessert werden; das Platinieren hatte wegen geringer Haltbarkeit wenig guten Erfolg.

Um Oxydationen des Minerals zu verhindern, kann man den Versuch auch in einer Stickstoffatmosphäre vornehmen.

Selbstverständlich können bei niederen Temperaturen durch Einschlüsse von Flüssigkeiten Fehler eintreten, wie in manchen wieder im entgegengesetzten Sinne durch Einschlüsse von Krystallen, wodurch die metallische Leitfähigkeit vergrößert wird; bei Sulfiden und Sulfosalzen dürfte dies vielleicht mitunter Fehler bewirken.

Da bei meinen Versuchen die Leitfähigkeit bei höherer Temperatur beginnt, so kann sie nicht wie bei manchen natürlichen Sulfiden[1] von okkludierten Lösungen herrühren. Die unipolare Leitung der Sulfide kommt dadurch zustande, daß die wässerigen Lösungen, welche als Einschlüsse in den Sulfidmineralien vorhanden sind, elektrolytisch leiten und sich Sauerstoff in der Nähe der Kathode entwickelt, der das Sulfid zu Sulfat oxydiert. Infolgedessen sinkt bei längerem Stromdurchgang die Leitfähigkeit und die Leitung kann ganz aufhören.

---

[1] O. Weigel, N. Jahrb. für Min., Beil., *21*, 325 (1905).

Genauigkeit der Messung. Fehlerquellen. Was nun die Genauigkeit der Messungen anbelangt, so ist diese nur bei höherer Temperatur eine zufriedenstellende; denn bei niederen Temperaturen ist der Kontakt sehr schwer herstellbar, ob man nun eine Presse nimmt oder ob man, wie ich es meistens tue, durch Glimmerplatten Platinelektroden anpreßt. Dies ist jedoch nur in den wenigsten Fällen störend, da wir es ja meistens mit Körpern zu tun haben, die erst bei hohen Temperaturen Leitfähigkeit zeigen. Da aber auch bei höheren Temperaturen der Temperaturkoeffizient ein sehr großer ist, so werden leicht zwei Messungsreihen nicht ganz übereinstimmende Resultate geben; sehr große Unterschiede würden auf Übergangswiderstände schließen lassen.

Sehr wichtig ist die genaue Bestimmung der Temperatur, da ein Unterschied von 10° schon einen Unterschied in dem Widerstand verursacht. Die Messung wird mit dem Platin-Platin-Rhodiumelement und einem Galvanometer von Siemens & Halske durchgeführt; oft wurden die Messungen auf zwei Galvanometern abwechselnd verglichen. Das Thermoelement ruht in nächster Nähe der Krystallplatte auf dem Kaolintrog; auf möglichst langsames Anheizen wurde stets gesehen.

Bei den Widerstandsbestimmungen muß die Temperatur konstant erhalten werden, was bei meiner Disposition, bei welcher die Temperatur durch drei verschiedene Widerstände reguliert wurde, auch leicht für über eine halbe Stunde lang gelingt.

Widerstandsbestimmungen bei langsam aufsteigender Temperatur sind solchen bei absteigender vorzuziehen, da die Regulierung besser gelingt; will man bei absteigender Temperatur Messungen ausführen, so soll sehr langsam abgekühlt werden.

Die Unterschiede, welche man oft bei derselben Krystallplatte bei zwei Versuchsreihen erhält, rühren davon her, daß das Gleichgewicht sich schon bei etwas verschiedener Erhitzung schneller oder langsamer einstellt und daher der gemessene Widerstand wegen der verschiedenen Temperatur der Platte ungleich ist; außerdem ist aber mitunter, wie erwähnt, bei niederen Temperaturen mangelhafter Kontakt daran schuld.

Messung der Polarisation. Das wichtigste Kriterium für die Frage, ob Ionen- oder Elektronenleitung vorliegt, ist die Messung der Polarisation.

Der Vorgang bei der Messung des Polarisationsstroms ist folgender: Es wird durch die Mineralplatte im allgemeinen 5 Minuten lang ein Ladestrom geschickt, dann dieser Stromkreis geöffnet und die Zelle durch ein im Nebenschluß geschaltetes Edelmann'sches Drehspulenspiegelgalvanometer entladen. Im Hauptschluß entspricht einem Ausschlag von 1 *mm* ein Strom von $2 \cdot 1 \times 10^{-6}$ Milliampere; da der innere Widerstand des Galvanometers 507 Ω beträgt, entsprechen, wenn der Widerstand der Abzweigung 0·1, 0·5 oder 1·5 Ω groß gewählt wird, einem Ausschlag von 1 *mm* beziehungsweise 0·01065, 0·00213 oder 0·00071 Milliampere.

Als Stromquelle für den Ladestrom wurde im allgemeinen eine Akkumulatorenbatterie, in vereinzelten Fällen der Straßenstrom (220 Volt) benützt.

Bei dem großen Widerstand der Zelle gingen immer nur einige Milliampere durch, welcher Strom an einem Amperemeter von Siemens & Halske abgelesen wurde, an dem einem Teilstrich von ungefähr 1 *mm* ein Milliampere entspricht.

Bei den Polarisationsversuchen wird der Entladungsstrom zusammengesetzt sein aus dem Polarisationsstrom und einem Thermostrom, außerdem kann durch Peltiereffekt ein Thermostrom entstehen. Der Polarisationsstrom ergibt sich aus der Differenz des ursprünglichen Ausschlages und des nach 5 bis 10 Minuten noch verbleibenden. Dort, wo ein sofortiges Zurückgehen des Zeigers erfolgte, bei der Entladung z. B. bei Wolframit, könnte vielleicht ein sehr großer Reststrom vorliegen.

Den ganzen Ausschlag am Spiegelgalvanometer, der oft recht bedeutend ist und allmählich abfällt, dem Peltiereffekt zuzuschreiben, ist wohl nicht angängig. Vielleicht ist letzterer meistens ein geringfügiger, mit Ausnahme von metallisch leitenden Körpern wie Magneteisen, Wolframit, die ein abnormes Verhalten zeigen, wie wir sehen werden. Wichtig ist auch die etwaige physikalische Veränderung der Krystallplatten sowie der Elektroden nach den Polarisationsversuchen.

Es ist aber immerhin noch fraglich, ob das Fehlen von Polarisation ein unbedingter Beweis gegen die elektrolytische Leitfähigkeit ist; nach Haßlinger kann auch bei Gegenwart solcher Polarisation fehlen, er meint, daß bei hohen Temperaturen auch Silbersulfid elektrolytisch leite. Ob die Hypothese von Haßlinger, wonach auch Metalle Ionen haben, die aber im Gegensatze zu den Ionen der Elektrolyte sich nur durch ihre Ladung unterscheiden, richtig ist, wage ich nicht zu entscheiden. Die Ausführungen Haßlinger's sind sehr bestechend, aber doch stark hypothetisch.

Störungen durch Reststrom. Die Ansicht, daß bei manchen Körpern keine elektrolytische Leitung trotz verhältnismäßig geringerer Widerstände vorliege, findet ihre Stütze hauptsächlich in dem im festen Zustande verhältnismäßig geringer, als zu erwarten war, befundenen Polarisationsstrom. Es ist daher auch von Königsberger die Vermutung ausgesprochen worden, daß der ganze Polarisationsausschlag einem Peltiereffekt zuzuschreiben sei.

Es ist aber möglich, daß bei diesen Körpern der Reststrom ungewöhnlich groß ist, indem z. B. das abgeschiedene Metall sich sofort wieder oxydiert. Nernst[1] hat schon darauf aufmerksam gemacht, daß bei hohen Temperaturen der Reststrom sehr groß sein wird; es dürfte dies bei unseren hohen Temperaturen auch der Fall sein, obgleich sich vorläufig in den einzelnen Fällen nicht immer übersehen läßt, wie dieser Reststrom zustande kommt, ob durch Auflösen z. B. von Sauerstoff in der Schmelze, durch Lösung von Metalloiden in dieser oder von Metallen; auch Löslichkeit von Gasen in den Elektroden ist möglich; Bildung höher oder auch niedriger oxydierter Verbindungen ist nicht ganz ausgeschlossen. Es können mitunter bei festen Körpern in der Nähe des Schmelzpunktes Verhältnisse wie bei Schmelzen eintreten.[2]

---

[1] Zeitschrift für Elektrochemie, *6*, 41 (1899); vgl. auch Bose, Ann. der Physik, *9*, 164 (1902).

[2] Siehe darüber: R. Lorenz, Elektrolyse geschmolzener Salze, III, 4, Über Depolarisation, p. 45 bis 57.

Graphische Darstellung der Versuchsresultate.

Wie gewöhnlich wurde das Resultat derart dargestellt, daß auf der Abszissenachse die Temperaturen von 50 zu 50°, auf der Ordinatenachse die Widerstände in Ohm, beziehungsweise in 1000 Ohm aufgetragen wurden. In einigen Fällen wurde die früher[1] bereits verwendete Darstellung, wonach auf der Abszissenachse $\frac{1}{T}$, auf der Ordinatenachse $\log W$ aufgetragen wird, benützt.

Es resultiert diese Darstellung aus der van't Hoff'schen Gleichung

$$\frac{d \ln \varkappa}{dT} = -\frac{q}{RT^2}.$$

E. Rasch und F. W. Hinrichsen[2] leiten daraus ab

$$\frac{d\varkappa}{\varkappa} = \frac{\nu' . dT}{T^2};$$

$\varkappa$ ist die Leitfähigkeit, ν' eine Wärmegröße. Das Integral der letzten Gleichung kann auf die Form gebracht werden

$$\log W = \frac{\nu'}{T} + C,$$

wobei $W = \frac{1}{\varkappa}$ der spezifische Widerstand, $C = \log W\infty$ ist.

Die Formel ist namentlich für die Fälle sehr anwendbar, wo man flüssigen und festen Zustand eines Stoffes in bezug auf die Leitfähigkeit vergleichen will, da man dann zwei getrennte Kurvenstücke erhält und daraus z. B. bei Albit, Labradorit, Diopsid ersieht,[3] daß der Temperaturkoeffizient im festen Zustand sehr groß, im flüssigen dagegen sehr gering ist.

Bei vielen Körpern ist die nach jener Formel aufgetragene Temperaturkurve eine gerade Linie, beim Übergange vom

---

[1] C. Doelter, Dissoziation der Silikatschmelzen, II. Sitzungsber. der Wiener Akad., *117*, 300 (1908).

[2] Nach Königsberger ist die Priorität nicht den genannten Autoren zuzusprechen, er nennt die Formel die Arrhenius-Kohlrausch-Heydweiller'sche. Zeitschrift für Elektrochemie, *14*, 41 (1908) und *15*, 100 (1909).

[3] C. Doelter, Dissoziation der Silikatschmelzen, II, p. 25.

flüssigen zum festen Zustande tritt ein Sprung ein; indessen tritt bei Silikaten doch ein allmähliches Umbiegen der Kurve vor dem Schmelzpunkte ein.[1]

Königsberger[2] hat für Körper mit Elektronenleitung eine andere Formel aufgestellt, da nach ihm jene Formel, die eine Abnahme des Widerstandes mit der Temperatur ergibt, nur in erster Annäherung gilt; er schlägt die Formel vor:

$$W = w_0 (1 + \alpha t \pm \beta t^2) e^{-q \frac{t}{[t+273]\, 273}},$$

worin W der Widerstand bei t, w_0 der Widerstand bei 0° C., α, β die Temperaturkoeffizienten bei vollständiger Dissoziation, also die der Metalle, bedeuten; $2q$ ist das q' in der früheren Formel der van't Hoff'schen Gleichung

$$\frac{d\varkappa}{dT} = \frac{q'}{2T^2}.$$

Es ist $2q$ die Ionenenergie oder Vereinigungswärme Elektron-Metallion von 1 Grammolekül oder die Dissoziationswärme pro Grammolekül des negativen Elektrons.

Aus der Formel berechnet Königsberger auch den Minimalpunkt der Leitfähigkeit-Temperaturkurve, der bei metallischer Leitfähigkeit hervortritt. Bei Pyrit, Magnetkies liegt das Minimum zwischen 0 und 300°.

Königsberger benützt ferner diese Formel, um daraus die Größe von q, also die Dissoziationswärme des negativen Elektrons eines Atoms zu berechnen, dann berechnet er auch die Dissoziationswärmen von Verbindungen und glaubt, daß die Grenze zwischen Ionenleitung und Elektronenleitung bei $q = 20.000$ cal. liege.

Die Versuchsergebnisse.

In den Kreis der Messungen wurden neben Salzen auch Oxyde und solche Körper einbezogen, welche sowohl als

---

[1] C. Doelter, Dissoziation der Silikatschmelzen, II, p. 25.

[2] Zeitschrift für Elektrochemie, *15*, 100 (1909).

Gemenge von Oxyden oder besser als Salze betrachtet werden können, wie Chrysoberyll $BeAl_2O_4$ oder BeO, Al_2O_3, Magneteisen FeO, Fe_2O_3 oder $\overset{II}{Fe}\overset{III}{Fe_2}O_4$. Von Silikaten waren von mir bereits Diopsid und Adular untersucht worden, jetzt kamen dazu noch Granat und Topas.

Es wäre ja wünschenswert gewesen, auch weitere Krystalle zu erproben; dies scheiterte jedoch an dem Umstande, daß viele Krystalle verunreinigt oder in guten Platten überhaupt nicht zu haben sind.

Zinnstein (SnO_2).

Der Zinnstein ist besonders interessant, weil er zwischen metallischen Körpern und nichtmetallischen eine Art Zwischenstellung einnimmt. Er zeigt verschiedene Grade der Durchsichtigkeit und verschieden intensive Farben; es kommen farblose bis schwarze Zinnsteine vor. Dann zeigen größere Schnitte auch verschiedenfarbige Zonen. Diese Zonen scheinen nun bezüglich des elektrischen Leitvermögens sich sehr verschieden zu verhalten. Den dunklen Teil eines Zinnsteins[1] haben J. Königsberger und O. Reichenhein schon früher untersucht; sie fanden keinen Unterschied bei der Messung mit Gleichstrom und Wechselstrom, konnten jedoch die Temperaturkurve nur zwischen —74 und 133° verfolgen; sie erhielten stets sehr geringe Widerstände unter 1 Ohm. Reines durchsichtiges Zinndioxyd ist jedoch nach diesen Autoren als Nichtleiter zu betrachten, während sich die obigen Daten auf einen aus einem Krystall herausgeschnittenen undurchsichtigen, dunklen Stab beziehen.[2]

Was dieser in vielen Zinnsteinen beobachtete schwarze Teil ist, bleibt vorläufig noch unklar; wahrscheinlich liegt ein diluter metallischer Farbstoff vor. Becke[3] wies nach, daß gerade dunkle Zinnsteine nur 0·13 Fe_2O_3 enthielten, also ist

[1] Beyeringk ätzte einen nichtleitenden Zinnstein mit Flußsäure, welcher dadurch leitend wurde.

[2] N. J. f. Mineral. (1906), II, 31.

[3] Tschermak's Min. Mitt. (1877), 243.

nicht Eisen der färbende Bestandteil. Auch Wolfram wurde von Kohlmann[1] vermutet; angesichts der großen Leitfähigkeit des Wolframits (p. 99) wäre eine Beimengung von Wolframit nicht unmöglich. Tschermak[2] erwähnt Tantal als Beimengung, möglicherweise handelt es sich um eine Tantalverbindung.

Königsberger ließ eine dunkelgefärbte Partie untersuchen und fand darin Titanoxyd und Eisenoxyd.

Es wäre daher auch die Möglichkeit einer Beimengung von Rutil oder eher von Titaneisen gegeben; man kann sich überzeugen, daß die dunklen Teile parallel mit dem normalen durchsichtigen Zinnstein verwachsen sind, und zwar wahrscheinlich parallel einer Deuteropyramide des Zinnsteins. Da Eisenoxyd und Rutil bekanntlich miteinander parallele Verwachsungen bilden, wäre es möglich, daß auch Titaneisen und Eisenglanz mit dem Zinnstein, der ja isomorph mit Rutil ist, verwachsen wären; aber es handelt sich dabei mehr um ein Pigment im hellen Zinnstein, das jedoch eine krystallographische Orientierung besitzt wie parallele Verwachsungen.

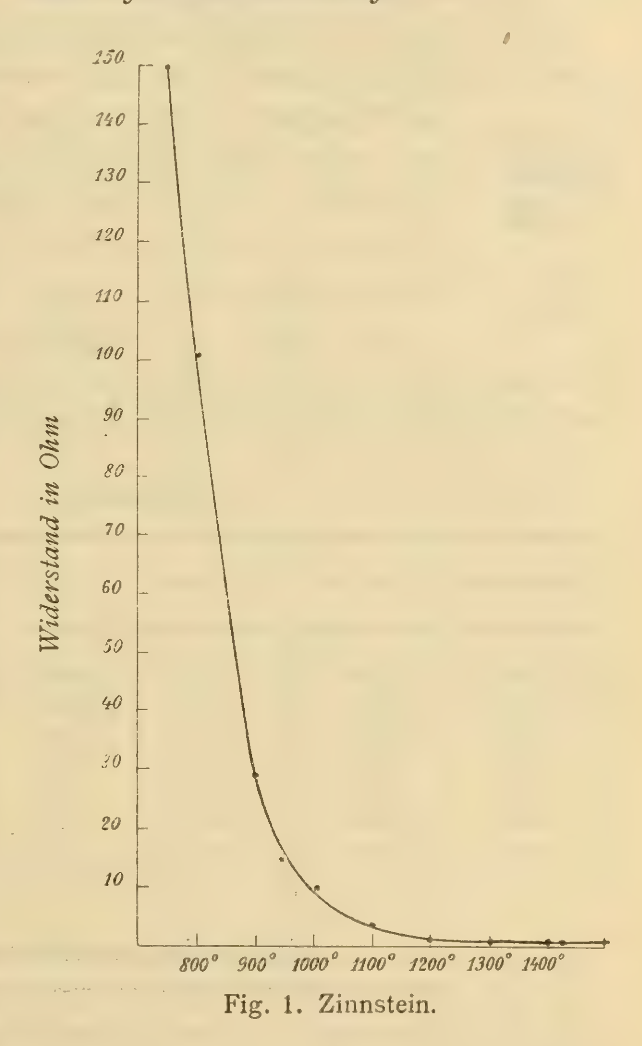


Fig. 1. Zinnstein.

---

[1] Kohlmann, Z. f. Kryst., *24*, 350.

[2] Mineralogie, p. 455.

Beyeringk[1] hat elektrolytische Wirkung bei Zinnstein dadurch erhalten, daß er ein Stück Zinnstein auf Zinkblech in Salzsäure legte; das Mineral beschlägt sich mit Zinn.

Derselbe Autor hat Zinnstein von Altenberg senkrecht und parallel zur Hauptachse auf Leitfähigkeit untersucht und fand Abnahme des Widerstandes bei Temperaturerhöhung bis 225°.

Königsberger und Reichenhein sind der Ansicht, daß der Zinnstein nicht elektrolytisch leite.

Der von mir untersuchte Zinnstein zeigte an einer Ecke einen undurchsichtigen Fleck; daß dieser kleine dunkle Teil die Leitfähigkeit vergrößert, ist nicht unwahrscheinlich und wäre ohne diesen Teil möglicherweise die Leitfähigkeit eine geringere. Die Krystallplatte zeigte hellgelbe bis rötliche Farbe und die Verteilung der Farben zeigt Fig. 2. Durch Glühen wurde sie nur wenig heller; der schwarze Teil erleidet durch Erhitzen auf über 1300° keine Veränderung. Die auf Leitfähigkeit untersuchte Platte war parallel zur Achse geschnitten.



Fig. 2. Zinnstein.

Zinnstein.

Temperatur	Widerstand	Temperatur	Widerstand	Temperatur	Widerstand
360° C	3550	700°	1050	1150°	1·7
400	3000	750	150	1200	1·20
450	1080	800	102	1250	1·06
500	1060	900	29	1300	0·96
550	3270	950	14	1360	0·88
600	2510	1000	9·8	1410	0·85
650	1890	1060	5·0	1430	0·85

Zinnstein (Abkühlung).

Temperatur	Widerstand	Temperatur	Widerstand
1270	0·980	1010	1·688
1200	1·105	930	2·677
1080	1·488	780	55 8

[1] N. J. f. Mineral., Beilageband XII, 403 (1896).

Bei Zinnstein ist der Verlauf der Kurve von 550°, von welchem Punkte keine Übergangswiderstände mehr auftreten, ein regelmäßiger. Der Widerstand ist schon bei 360° nicht hoch und sinkt bei 850° zum Betrage von wenigen Ohm. Bei hohen Temperaturen ist die Leitfähigkeit eine sehr bedeutende, ein Knickpunkt in der Kurve fehlt.

Polarisation kann hier nicht beobachtet werden; es ergab sich auch bei 1200° kein meßbarer Polarisationsausschlag.

Daher ist die Wahrscheinlichkeit, daß im Zinnstein Elektronenleitung und nicht Ionenleitung vorhanden ist, ziemlich groß; indessen wäre es möglich, daß bei hohen Temperaturen auch letztere auftritt, und ließe sich die Depolarisation durch Reststrom erklären.

Rutil (TiO_2).

Eine wenig durchsichtige Rutilplatte wurde erhitzt und es ergab sich das Resultat, daß bis 950° keine meßbare Leitfähigkeit eintritt; der Körper hat daher nicht wie der verwandte isomorphe Zinnstein schon bei verhältnismäßig niederen Temperaturen Leitfähigkeit.

Eine Versuchsreihe konnte infolge eines Unfalles, bei welchem die Platte zersprang, nicht ausgeführt werden. Bei 1150° war der Widerstand 950 Ω, also ganz bedeutend höher als bei Zinnstein.

Quarz (SiO_2).

Es wurden sowohl Bergkrystalle als auch Rauchquarze untersucht, und zwar stammen erstere von der Schweiz, die letzteren aus Brasilien. Es wurden fast durchwegs Krystallplatten verwendet, die senkrecht zur Achse geschnitten waren; über Platten parallel der Achse sieh meine frühere Arbeit.[1] Von Quarz wurden zwei Platten, von Rauchquarz zwei untersucht, dann noch eine Quarzplatte parallel zur Achse.

---

[1] Die Leitfähigkeit fester Silikate, l. c.

Quarz I.

Zeit	Temperatur vom Eispunkt gemessen	Widerstand in Ohm	$\frac{1}{T}$ in absolutem Maße	log W	
			Erste Erhitzung		
$4^h 35^m$	600°	8.500	$1·149 \times 10^{-3}$	3·9294	
	680	2.300	1·052	3·3617	
	685[1]	1.940	1·047	3·2878	
	685[2]	2.920	1·047	3·4653	
	710	3.980	1·020	3·5999	
	730	3.700	1·000	3·5682	
	750	4.280	0·980	3·6314	
4 55	780	5.050	0·952	3·7033	Vor der Ladung mit Akkumulator.
	780	15.970	0·952	4·2033	Nach der Entladung.
	750	15.640	0·980	4·1942	
	700	25.700	1·031	4·4099	
	620	45.500	1·124	4·6580	
			Zweite Erhitzung (Fig. 3)		
$2^h 15^m$	430°	61.400	$1·428 \times 10^{-3}$	4·788	
2 35	480	13.800	1·333	4·139	
2 45	505	10.200	1·290	4·009	
3 05	605	4.080	1·143	3·611	
3 53	680[1]	2.700	1·053	3·431	Vor der Ladung.
4 03	690[2]	3.356	1·042	3·525	Nach der Entladung.
	730	2.800	1·000	3·447	
4 20	780	6.690	0·952	3·825	
4 35	830	12.300	0·909	4·090	
4 45	880	20.300	0·869	4·307	
4 50	930	24.480	0·833	4·389	
5 00	980	52.500	0·800	4·720	
5 15	1080	20.300	0·741	4·307	
	1130	10.800	0·714	4·033	
5 20	1180	7.540	0·689	3·877	

[1] Vor der Ladung.

[2] Nach der Ladung mit Akkumulator.

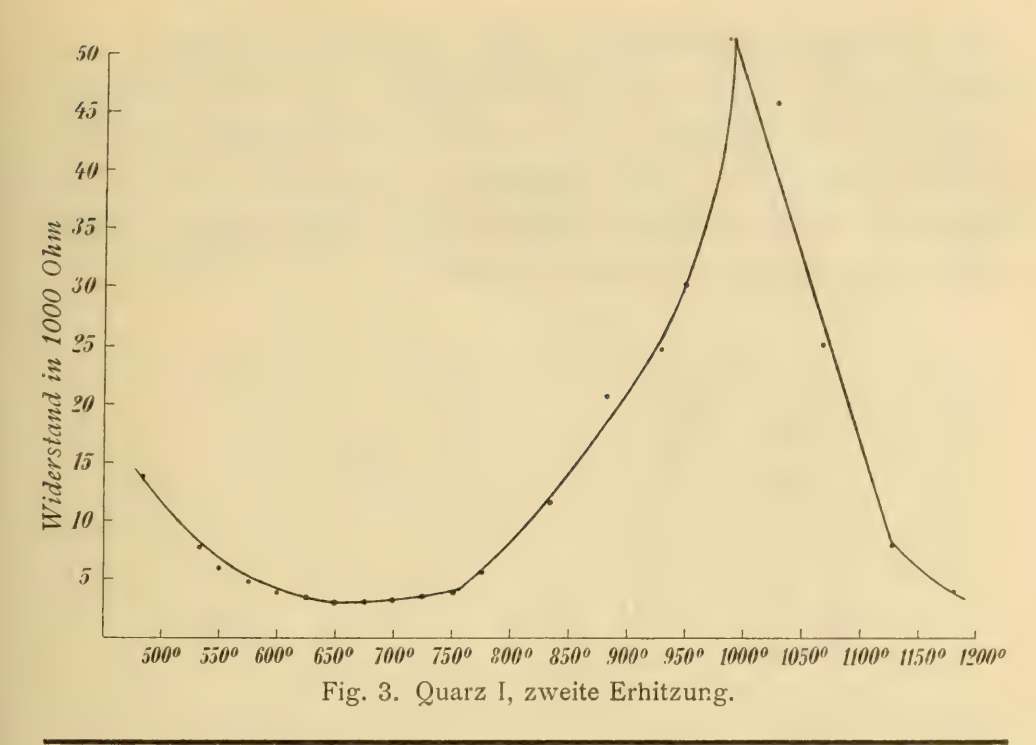


Fig. 3. Quarz I, zweite Erhitzung.

Zeit	Temperatur	Widerstand in Ohm	$\frac{1}{T}$ in absolutem Maße	log W	
Dritte Erhitzung (Fig. 4 und Fig. 5)					
3ʰ 00ᵐ	730	490.000	$1\cdot000 \times 10^{-3}$	5·6902	
3 30	830	323.000	0·909	5·5092	
4 00	930	107.600	0·833	5·0318	
4 25	1030	23.300	0·769	4·3674	
4 38	1130	13.500	0·714	4·1303	
4 48	1180	7.540	0·689	3·8774	
4 58	1230[1]	4.180	0·667	3·6212	Ladung mit Akkumulator.
5 10	1240[2]	4.180	0·667	3·6212	
5 25	1280[1]	2.580	0·645	3·4116	Ladung mit Akkumulator.
5 35	1280[2]	2.580	0·645	3·4116	
5 45	1305	1.860	0·635	3·2695	

[1] Vor der Ladung.
[2] Nach der Ladung mit Akkumulator.

Bei der ersten Erhitzung sind die Widerstände auffallend gering, da wir bereits bei 685° unter 2000 Ω angelangt sind.

Bei der Ladung der Zelle erfolgt nun eine Erhöhung des Widerstandes wohl infolge von Vorgängen, die mit der Elektrolyse zusammenhängen, dann steigt die Leitfähigkeitskurve wieder langsam an, doch wurde hier über 780° nicht hinausgegangen. Eine optische Untersuchung zeigte keine Veränderung des Interferenzbildes der Platte.

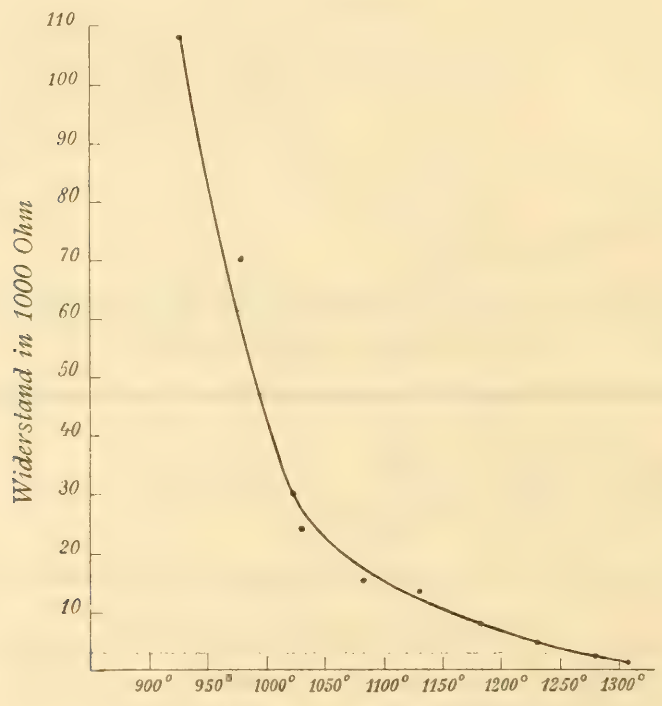


Fig. 4. Quarz I, dritte Erhitzung.

Bei der ersten Erhitzung wurde durch die Ladung bei 685° eine Veränderung des Widerstandes bewirkt; die Polarisation ist immerhin merklich, wenn auch nicht groß.

Die Widerstände sind sehr gering und deuten auf Gehalt an elektrolytisch leitender Beimengung.

Unter 780° scheint eine Veränderung stattgefunden zu haben, da plötzlich nach der Ladung mit dem Akkumulator eine starke Erhöhung des Widerstandes von 5050 Ω auf 15.790 Ω stattfand.

Es hängt diese Veränderung mit der Ladung und der dadurch bewirkten Elektrolyse des Natriumsilikates zusammen, durch welche sich Natrium an der Kathode ausscheidet. Nun ist aber die Temperatur von 780° der Siedepunkt

des Natriums und es fing jetzt das Natrium an, sich zu verflüchtigen, daher die Leitfähigkeit abnehmen muß; es nähert sich der Quarz immer mehr dem Zustand, welchen ein reiner Quarz zeigt, und erst bei noch weiterer Temperaturerhöhung haben wir keinen Einfluß der Beimengung mehr; die Kurve fällt dann wieder von 930° an.

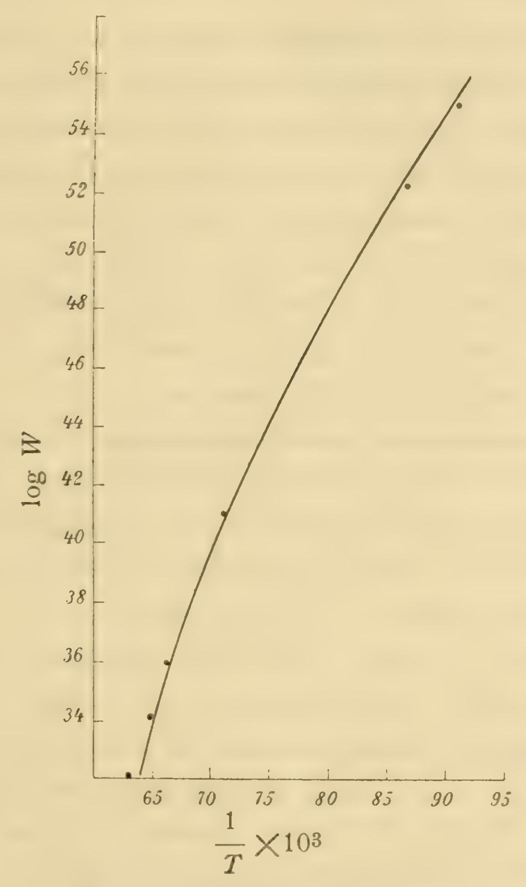


Fig. 5. Quarz I, dritte Erhitzung.

Mit der von Le Chatelier beobachteten Volumsvermehrung des Quarzes und der von Mügge beobachteten optischen Veränderung bei zirka 575° hat jene Änderung wohl keinen Zusammenhang.

Bei der zweiten Erhitzung sind die Widerstände wieder sehr geringe, die Kurve ist nun eine regelmäßige wieder bis zum Polarisationsversuch bei 680°, worauf wieder nach der Entladung ein Ansteigen des Widerstandes sich bemerkbar macht. Von 730° an steigt der Widerstand sehr stark und regelmäßig bis 980°, worauf wieder ein langsames Fallen des

Widerstandes eintritt. Der Punkt von 750° wäre aber hier nicht als ein Umkehrpunkt zu betrachten, sondern als der Punkt, von welchem an die die elektrolytische Leitung verursachende Beimengung wirkungslos wird; von da an tritt dann die wirkliche Leitfähigkeit allmählich ein und bei 980° wäre die reine Quarzsubstanz erreicht, daher muß dann der Widerstand wieder fallen.

Bei der dritten Erhitzung zeigen sich dann die hohen wahren Widerstände, die aber immer noch größer sind als die des Quarzes parallel zur Achse, die ich seinerzeit gemessen hatte.

Polarisation. Bei der ersten Erhitzung war der Versuch, welcher bei 685° unternommen wurde, mit einem Akkumulator ausgeführt worden. Die Ladezeit betrug nur 2 Minuten, der Ladestrom war anfangs 0·5 *m* A, fiel schließlich auf Null. Der Ausschlag bei der Entladung ist 20 *mm*, was 0·0038 *m* A und 0·11 Volt entspricht. Als Thermostrom ist nur ein Anteil von 2 *mm* zu betrachten, der nach 7 Minuten noch nicht verschwand.

Bei der zweiten Erhitzung war bei dem bei 680° unter denselben Bedingungen ausgeführten Polarisationsversuch ein Ladungsstrom von 2 *m* A, welcher bald abfiel. Der Ausschlag war wie früher 20 *mm*, d. i. 0·041 *m* A.

Der zweite Versuch bei 1180° zeigte wieder mit einem Akkumulator einen Ladungsstrom von 1 *m* A. Der Ausschlag ist stark, 55 *mm* des Polarisationsstromes entsprechen 0·089 *m* A beziehungsweise 0·67 Volt, ist also kein geringfügiger.

Bei der dritten Erhitzung dieses Quarzes ergab ein bei 1230° ausgeführter Versuch einen Ladungsstrom von 1·2 *m* A, die Ladungszeit betrug auch hier 5 Minuten; der Entladungsstrom gibt einen Ausschlag von 45 *mm*, was nach Abzug des Thermostromausschlages, der nicht mehr abfällt, einer elektromotorischen Kraft des Polarisationsstromes von 0·31 Volt und 0·071 *m* A entspricht.

Bei der dritten Erhitzung sind die Verhältnisse wieder andere, zuerst bis 750° ein enormer Widerstand, der nun regelmäßig abfällt, aber gegen früher höhere Werte gibt; erst bei 1300° nähern sich die Werte einander. Der Polarisationsversuch gibt einen nicht unbeträchtlichen Ausschlag, wobei vor und nach demselben der Widerstand sich nicht weiter ändert.

Demnach zeigt der Quarz auch bei einer hohen Temperatur, bei welcher den Widerständen nach die die sekundäre elektrolytische Leitfähigkeit der niederen Temperaturen hervorrufenden Stoffe nicht mehr wirksam sind, Polarisation, welche darauf hindeutet, daß doch der Quarzsubstanz, wenn auch in geringem Maße, elektrolytische Leitfähigkeit bei hohen Temperaturen nicht fremd ist.

Der Versuch bei 1280° ergibt einen großen Anfangsausschlag von 54 *mm*, entsprechend 0·115 *m* A. Zieht man den konstant bleibenden Ausschlag von 5 *mm* als Thermostrom ab, so verbleiben $i = 0{\cdot}104$ *m* A, was einer Spannung von 0·27 Volt entspräche. Der Ladungsstrom war 2·0 *m* A, also bedeutend größer als bei der Temperatur von 1230°, der Widerstand 2580 Ohm, gegenüber 4180 bei der letztgenannten Temperatur.

Quarz II.

Zeit	Temperatur	Widerstand in Ohm	
$2^h\ 35^m$	945° C	9600	
3 05	1070	1690	
3 10	1090	1410	
3 24	1100	1210	
3 47	1120	1030	Erster Polarisationsversuch.
4 12	1200	1080	
4 15	1240	880	
4 30	1270	666	

Bei diesem Versuch sinkt der Widerstand regelmäßig mit der Temperatur; eine Erhöhung, die aber nur unbedeutend war, findet bei dem Polarisationsversuch statt, indem der Widerstand von 1030 Ohm bei 1120° sich auf 1080 bei 1200° gehoben hat.

Eigentümlich ist der schon bei 945° geringe Widerstand, der nicht der Quarzsubstanz entspricht, sondern auch hier auf Beimengung schließen läßt. Die Polarisation ist trotzdem bis 1120° eine geringe, entsprechend 0·074 *m* A; auch hier dürfte

es sich wohl nicht mehr um die besprochene sekundäre elektrolytische Leitfähigkeit handeln.

Quarz III (parallel der Achse).

(Fig. 6.)

Temperatur von 0° gerechnet	Widerstand in Ohm	
920°	101.100	
1020	61.429	
1110	21.949	Erster resultatloser Polarisationsversuch. Durch die Ladung wird der Widerstand nicht merklich verändert.
1140	16.596	
1190	9.607	Zweiter Polarisationsversuch.
1220	7.543	
1250	5.748	
1290	4.900	Dritter Polarisationsversuch.
1305	4.084	



Fig. 6. Quarz III.

Bei 1190° beträgt der Ausschlag nur 10 *mm*, während bei 1290° zirka 16 *mm* Ausschlag gemessen werden. Die Polarisation ist gering, da in diesen Beträgen auch der Thermostrom enthalten ist.

Dieser Quarz zeigt ganz bedeutende Unterschiede gegenüber dem früheren, die nicht auf Beobachtungsfehlern beruhen können. Offenbar ist hier ein Quarz vorgelegen, der frei von Beimengungen an Natriumsilikat war, daher die hohen Widerstände und die sehr geringe Polarisationsspannung. Bei Quarzen parallel zur Achse tritt immer erst bei hoher Temperatur eine kleine Polari-

sation bei noch hohen Widerständen auf und in dieser Hinsicht stimmt dann dieser Quarz mit dem früher untersuchten überein.

Dieser Quarz war parallel der Achse geschnitten, muß also ganz große Unterschiede zeigen, wie bereits früher[1] bei solchen Quarzen gezeigt wurde. Den großen Widerständen entsprechend ist der Polarisationsausschlag, der also dieses Mal der Quarzsubstanz und nicht den Beimengungen zukommt, weit geringer. Die Zahlen sind nur wenig höher als bei den früher untersuchten, parallel der Achse geschnittenen Quarzplatten. Ich verweise auf die früheren Ausführungen.

Rauchquarz *A*.

(Fig. 7.)

Zeit	Temperatur	Widerstand	$\frac{1}{T}$	log W	
8h 50m	770	156.000	$0\cdot962\times10^{-3}$	5·193	
9 15	900	47.000	0·855	4·672	
9 35	1020	23.000	0·775	4·362	
9 50	1070	12.000	0·746	4·079	
9 55	1100	10.000	0·727	4·000	Ladung mit Straßenstrom.
10 15	1130	8.200	0·714	3·914	
10 37	1200	3.600	0·680	3·556	
10 42	1200	2.270	0·680	3·356	
10 50	1200	1.870	0·680	3·272	Ladung mit Straßenstrom.
11 10	1210	2.220	0·676	3·346	Ladung mit Straßenstrom.
11 15	1250	1.300	0·658	3·114	
11 30	1300	1.080	0·637	3·033	
11 35	1305	960	0·635	2·982	

Bei der ersten Polarisationsmessung war die Temperatur während des Ladens nicht konstant geblieben, so daß diese Messung nicht gut verwertet werden kann; der Ausschlag war bei 1105° bis 1130° enorm groß und entspricht einem Polarisationsstrom von 1·171 *m* A.

[1] Leitfähigkeit fester Silikate, l. c., p. 20.

Bei 1200° war der Widerstand 1870 Ω, die Ladung erfolgte hier mit dem Straßenstrom und dauerte 5 Minuten. Es gingen anfangs 2 *m* A durch, welche nach 5 Minuten auf 1·1 *m* A

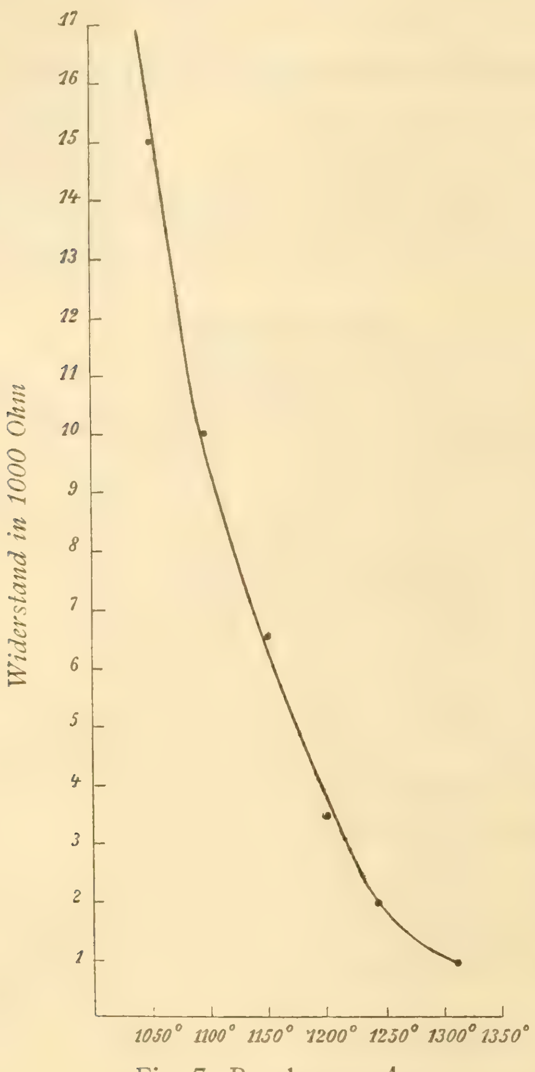


Fig. 7. Rauchquarz *A*.

abfielen. Auch hier war der Ausschlag an dem Spiegelgalvanometer groß, so daß der Zeiger über die Skala hindurchging. Nach 1 Minute waren noch 105 *mm* Ausschlag sichtbar, eine genaue Messung war daher nicht möglich; nähme man letztere Zahl, so erhielte man 0·905 *m* A und eine Spannung von 1·69 Volt; aber die elektromotorische Kraft war viel größer. Wahrscheinlich haben wir es mit sekundärer Leitfähigkeit zu tun.

Rauchquarz *B*.

(Fig. 8.)

Temperatur	Widerstand in Ohm	
850° C	12.700	
890	13.530	
900	18.170	Wahrscheinlich rührt diese Erhöhung von Übergangswiderständen her.
950	15.000	
1000	9.800	
1050[1]	5.920	Ladung mit dem Straßenstrom, nach der Entladung betrug der Widerstand 6660.
1120	3.790	
1150	1.700	
1210	850	
1250	700	Nach dem Laden mit dem Straßenstrom betrug der Widerstand 1570.
1290	1.010	
1300	960	

Bei diesem Rauchquarz sind wie bei dem auf p. 81 erwähnten geringe Widerstände zu verzeichnen. Die Kurve verläuft sehr regelmäßig; bei der Ladung mit dem Akkumulator wird eine Erhöhung des Widerstandes beobachtet; die Polarisation ist schon bei 1050° merklich. Diese Kurve nähert sich der des Quarzes I, weicht aber von jener des Rauchquarzes *A* erheblich ab. Die Kurve des ersten Rauchquarzes ist eine andere, die Widerstände sind viel höher als bei den anderen Quarzen und erst von 1000° an nähern sich die Zahlen.

Ein Polarisationsversuch mit dem Rauchquarz *B* wurde bei 1250° ausgeführt; Ladungszeit mit einem Akkumulator 5 Minuten; der Ladungsstrom betrug 2 *m* A, welcher nach 5 Minuten verschwunden war. Die Entladung ergab einen Ausschlag von 54 *mm*, wovon 5 *mm* auf Rechnung des Thermostromes kommen; dem entspricht ein Polarisationsstrom von 0·104 *m* A,

[1] Auffallend ist die Erhöhung des Widerstandes durch das Laden; es muß hier an chemische Veränderung, die wahrscheinlich die Einschlüsse im Natriumsilikat betreffen, gedacht werden.

beziehungsweise 0·49 Volt; er ist also ganz erheblich und überdies bei einer Temperatur, bei welcher wenigstens ein Teil der Beimengung ihre Wirkung verloren haben mußte.

Die Quarze verhalten sich demnach sehr verschieden; ihre elektrolytische Leitung ist zum größten Teil auf Beimengungen von Flüssigkeit zurückzuführen; je nach der vorhandenen Menge dieser und ferner je nach der Verteilungsart ist die Leitfähigkeit und auch die Spannung des Polarisationsstromes verschieden.[1] Wo reiner Quarz vorliegt, ist der Widerstand ein großer und umgekehrt, wo der Widerstand bei verhältnismäßig geringer Temperatur klein ist, liegen Beimengungen vor; dann ist auch der Polarisationsstrom sehr merklich. Aber auch bei hohen Widerständen (p. 69) ist ein kleiner Betrag dafür ermittelt, der wie bei Quarzen parallel der Achse nicht sekundärer Leitfähigkeit zuzuschreiben ist.

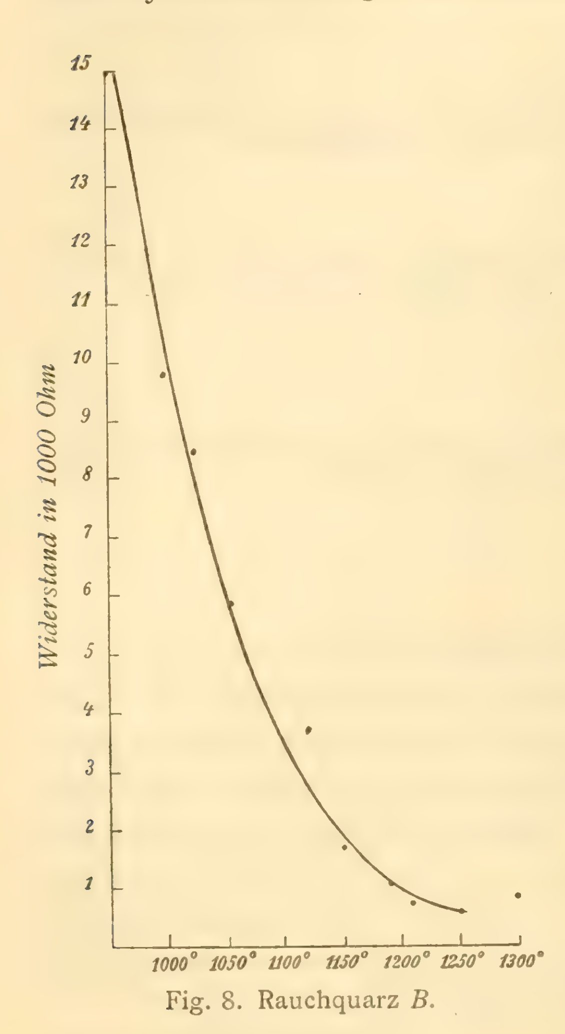


Fig. 8. Rauchquarz *B*.

Saphir (Al_2O_3).

Es wurde eine sehr reine Platte von weißem Saphir aus Ceylon verwendet, in welcher unter dem Mikroskop keine Einschlüsse zu bemerken waren. Die Krystallplatte war senkrecht zur optischen Achse geschnitten und auffallend durchsichtig und rein. Zu beachten ist auch ein nach Erhitzung der

---

[1] Vgl. die Arbeiten von Warburg und Tegetmeyer, l. c.

Platte auf 1330° unternommener Färbungsversuch mit Radiumstrahlen. Wie bekannt,[1] wird auch weißer Saphir durch diese Strahlung gelbbraun gefärbt; der auf obige Temperatur erhitzte Saphir wird nun gerade wie der ursprüngliche gelbbraun gefärbt, die färbende Substanz scheint also in der Substanz des Saphirs selbst zu liegen und nicht beigemengt zu sein; beim Erhitzen schwindet die Färbung. Ein braungelber Saphir gab ungefähr dieselben Werte für die Leitfähigkeit wie der ungefärbte, was wohl dem Umstande zuzuschreiben ist, daß die Färbung schon viel früher verschwindet, als Leitfähigkeit wahrnehmbar ist, die ja erst bei zirka 800° meßbar wurde.

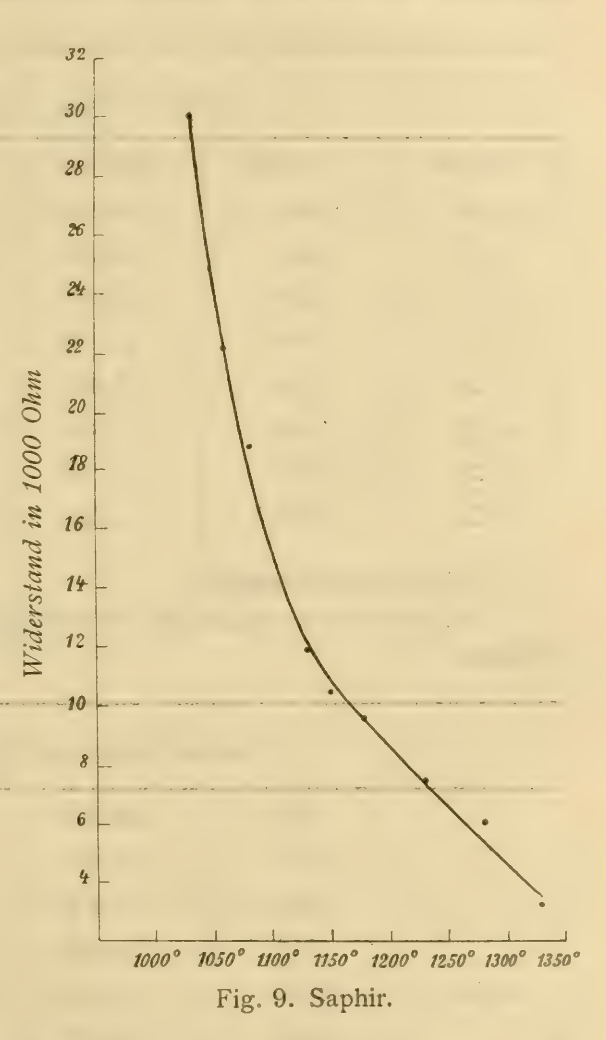


Fig. 9. Saphir.

Die folgenden Werte der ersten Erhitzung wurden mit dem ungefärbten Stein erhalten, doch ist der Umstand belanglos wegen der Entfärbung in der Hitze.

Wie aus den beiden Zahlenreihen ersichtlich ist, sind die Werte der ersten Erhitzung anfangs größer, wie dies immer bei der Versuchsanordnung mit Krystallplatten der Fall ist; bei 1000° sind sie nicht sehr verschieden, wenn man berücksichtigt, daß ein Unterschied von 10° große Widerstandsdifferenzen mit sich bringt.

---

[1] C. Doelter, Das Radium und die Farben. Dresden 1910, p. 62.

Saphir.

Zeit	Temperatur	Widerstand in Ohm	$\frac{1}{T}$ in absoluter Zählung	log W
		Erste Erhitzung (Fig. 9.)		
$3^h 36^m$	830°	275.000	0·000909	5·4393
3 45	930	79.300	883	4·8993
4 00	1030	29.200	769	4·4654
	1080[1]	18.600	741	4·2695
	1130	11.700	714	4·0682
4 16	1180	9.600	687	3·9823
4 55	1230	7.500	667	3·8751
5 20	1280	6.200	645	3·7924
5 30	1330[2]	3.300	625	3·5185

[1] Polarisationsversuch.

[2] Polarisationsversuch; der Widerstand war nach demselben nicht geändert.

Zeit	Temperatur	Widerstand in Ohm	$\frac{1}{T}$ in absoluter Zählung	log W
		Zweite Erhitzung (Fig. 10)		
	830°	140.000	0·000909	5·3802
	880	115.000	870	5·0607
	930	40.000	833	4·6021
	1010	25.000	781	4·3979
4 20	1080	13.800	741	4·1399
	1130	10.200	714	4·0086
	1180	7.500	690	3·8751
	1230	5.600	667	3·7482
	1280[3]	11.300	645	4·0531
	1290	13.800	642	4·1399

[3] Bei 1200° wurde ein Polarisationsversuch ausgeführt, ein zweiter bei 1280°; hierbei ergab sich das merkwürdige Resultat, daß der nach der Entladung gemessene Widerstand größer war wie früher vor der Entladung.

Saphir zeigt bei niederen Temperaturen überaus hohe Widerstände, erst bei 1050° ungefähr fallen sie sehr bedeutend und bei 1200° haben wir nur einige tausend Ohm.

Ganz auffallend groß ist hier die Polarisationsspannung, wenn man sie mit den früher behandelten Krystallen vergleicht.

Auch war hier nachher Rauheit der Elektroden zu beobachten; die eine Seite der Saphirplatte war rauh und wie geätzt, mit kleinen Vertiefungen.

Optische Veränderungen konnten nach dem Erhitzen an dem Saphir, soweit es sich um sein Interferenzbild im Konoskop handelt, nicht beobachtet werden.

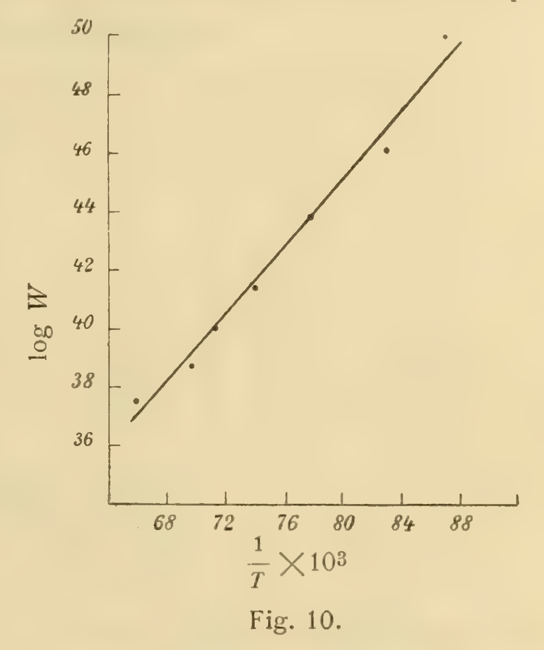


Fig. 10.

P o l a r i s a t i o n. Mit dieser Saphirplatte wurde bei der ersten Erhitzung bei 1180° ein Polarisationsversuch unternommen, der einen bedeutenden Ausschlag gab; die erste Messung dagegen gab nur einen sehr geringfügigen Ausschlag. Bei 1180° war der Widerstand 9600 Ohm, der Ladungsstrom, welcher von einem Akkumulator geliefert wurde, war 0·1 *m* A, der Entladungsstrom betrug 2·5 *m* A, welchen 0·24 Volt entsprechen.

Bei 1280° war der Ladestrom 0·5 *m* A; für den Polarisationsstrom erhält man $i = 0 \cdot 066$ *m* A, beziehungsweise 0·41 Volt.

Bei 1330° (Versuch 2) war der Ladungsstrom 1 *m* A, der durch die Platte ging; der Widerstand ist 2300 Ohm. Der Ausschlag ist sehr groß, 54 *m* A, entsprechend einem Polarisationsstrom von 0·115 *m* A, beziehungsweise 0·28 Volt.

Wir wissen, daß der Korund (Al_2O_3) im Schmelzzustand stark elektrolytisch leitet, und beruht ja die Aluminiumfabrikation auf der Elektrolyse der Tonerde. Der Schmelzpunkt des Saphirs ist sehr hoch, zirka 1750° bis 1800°, so daß bei meinen Versuchen noch 400° mindestens zum Schmelzpunkt fehlten;

irgendein Grund zu einer sekundären Ursache der starken Polarisationserscheinungen liegt hier nicht vor, denn, wenn etwa eine ähnliche Erscheinung wie bei Quarz vorläge, so müßten auch ähnliche Verhältnisse wie bei diesem zur Erscheinung kommen, nämlich starke Leitfähigkeit bei niederer Temperatur und verminderte Leitfähigkeit bei hoher Temperatur. Es ist demnach sehr wahrscheinlich, daß bei Saphir Elektrolyse schon im festen Zustande eintritt, um so mehr als die Oberfläche im Kontakt mit den Elektroden angegriffen war.

Magnetit von Pfitsch.

Temperatur	Widerstand in Ohm	Temperatur	Widerstand in Ohm	Temperatur	Widerstand in Ohm
375° C	0·64	750°	0·786	1100°	0·666
450	0·70	805	0·712	1150[1]	0·650
500	0·739	900	0·694	1175	0·639
600	0·808	950	0·680	1200	0·639
655	0·802	1000	0·678		

Zweite Erhitzung.
(Fig. 11.)

Zeit	Temperatur	Widerstand in Ohm		Zeit	Temperatur	Widerstand in Ohm
8h 05m	15°	1·198		10h 50m	700°	0·754
8 20	100	0·945		11 00	800	0·751
8 30	200	0·887		11 15	900	0·751
8 55	300	0·835		11 27	1000	0·712
9 35	400	0·818		11 50	1100	0·694
10 00	500	0·739	Minimum undeutlich	12 00	1150	0·694
10 20	600	0·754				

Magneteisen ist ein Körper mit metallischer Leitung, der schon bei der Temperatur von 15° große Leitfähigkeit besitzt,

die sich bei Temperaturerhöhung nur noch wenig verändert. Zwischen 15° und 1170° ist der Unterschied zirka $^1/_2$ Ohm, so daß der Widerstand bei ersterer Temperatur nicht ganz doppelt so hoch ist wie bei 1170°. Das Magneteisen verändert sich jedoch bei hohen Temperaturen und hat nach dem Herausnehmen aus dem Ofen eine grünlichschwarze Farbe angenommen.

Polarisation ist nicht zu bemerken; jedenfalls ist hier Elektronenleitung vorhanden. Einen Minimalpunkt habe ich in der Kurve nicht wahrgenommen, doch sind genaue Messungen mit Gleichstrom hier nötig; denn wie aus meinen Zahlen

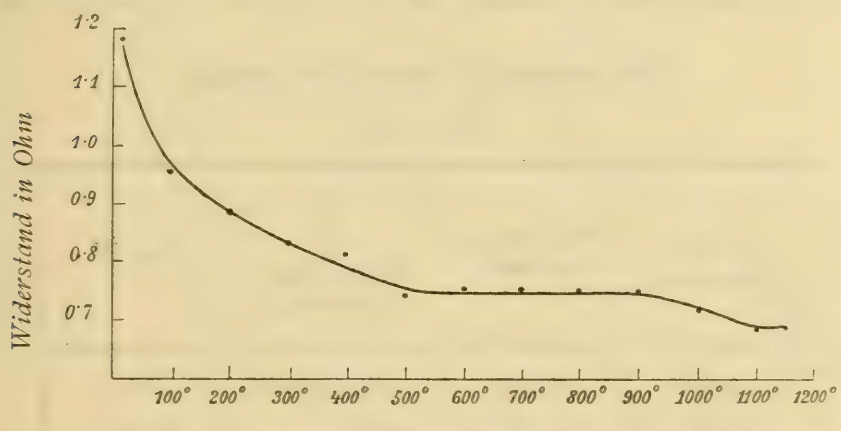


Fig. 11. Magneteisen.

hervorgeht, sind die Unterschiede der gemessenen Widerstände so gering, daß die Kurve keinen Anspruch auf Genauigkeit machen kann.

Beyeringk hat nach Wiedemann eine Kurve der Leitfähigkeit des Magnetits bis 130° gegeben. Die Kurve ist der meinigen ähnlich, die Werte etwas geringer. Auch Haßlinger untersuchte künstliches Eisenoxyduloxyd und erhielt eine analoge Kurve.

Den Magnetit hat auch Königsberger, jedoch bei niedereren Temperaturen untersucht; er fand einen Minimalpunkt. Seine Messungen dürften bei niederen Temperaturen genauer ausgefallen sein wie die meinen, da, wie erwähnt, wegen der Übergangswiderstände bei niederen Temperaturen die Messungen nach meiner Methode nicht so genau sind. Auch wäre hier

die Untersuchung besser mit einem längeren Stäbchen ausgefallen.

Zinkblende (Zn S).

Eine gelbe spanische Zinkblende zeigte bei 400° noch keine Leitfähigkeit. Die vergoldete Platte war in der Presse zwischen Platinelektroden eingespannt worden. Über 420° zu erhitzen, war wegen der beginnenden Zersetzung nicht möglich.

Chrysoberyll ($BeAl_2O_4$).

Der verwendete Chrysoberyll stammt von Ceylon; er war gelblich. Die Platte ist parallel der Spaltrichtung geschliffen.

Chrysoberyll, erste Erhitzung.

(Fig. 12.)

T von 0° C. gerechnet	Widerstand in Ohm	$\frac{1}{T}$ in absoluter Zählung	log W
800°	41.000	$0\cdot935\times10^{-3}$	4·612
900	37.600	0·855	4·575
1000	33.290	0·787	4·522
1100	20.860	0·730	4·319
1200	16.450	0·680	4·216
1250	13.420	0·658	4·128
1310	9.600	0·633	3·982
1370	8.520	0·610	3·930

Die Polarisationsversuche bei Chrysoberyll, bei 1200° mit dem Straßenstrom durchgeführt, ergaben einen Ausschlag von 11·4 *mm*, welcher nach 5 Minuten auf 10·7 *mm*, also fast gar nicht abfiel; es liegt also kein Polarisationsstrom vor. Auch bei 1250° war fast nur Thermostrom vorhanden.

Bei der ersten Erhitzung war bei 1370° ein Polarisationsversuch unternommen worden. Die Ladezeit war 15 Minuten, also größer als bei anderen Versuchen, und der Ladestrom war

anfangs bedeutend, 31 *m* A, und sank zum Schluß auf 5 *m* A herab. Die Entladung ergab einen anfänglichen Ausschlag von 12·5 *mm*, entsprechend 1·598 *m* A, doch war der größere Teil auf Rechnung von Thermostrom zu setzen. Für den Polarisationsstrom verbleiben nur 0·32 *m* A.

Da der Ausschlag merkwürdigerweise nicht oder vielmehr um nur 5 *mm* herabsank, so daß weitaus der größte Teil hier nicht auf Rechnung des Polarisationsstromes kommt, so dürften hier Peltier'sche Ströme neben gewöhnlichen Thermoströmen vorliegen; nur ein geringer Polarisationsstrom ist bei 1370°

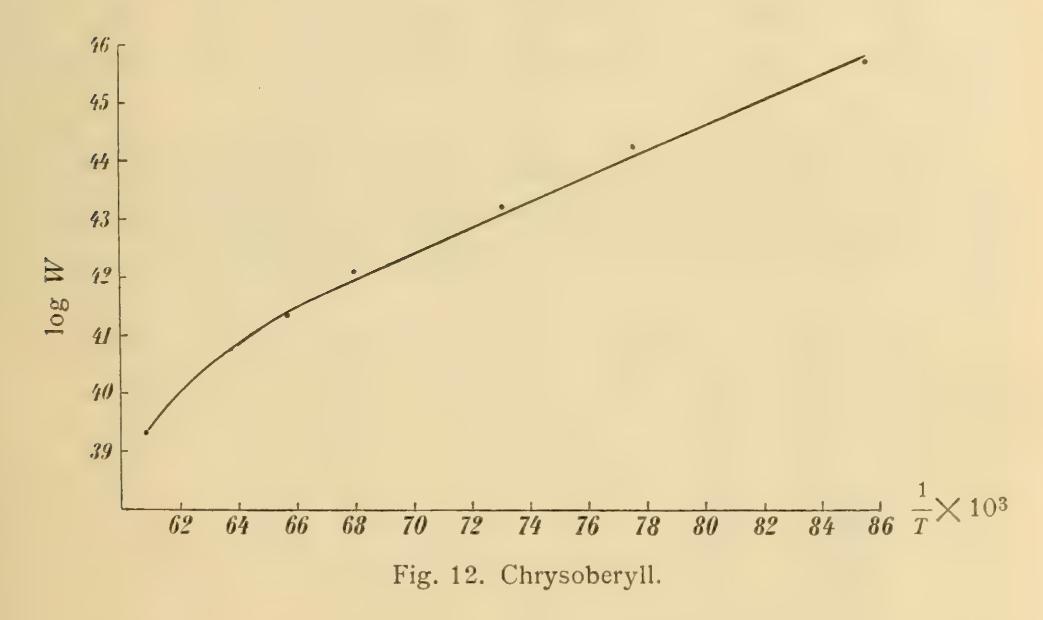


Fig. 12. Chrysoberyll.

vorhanden. Allerdings ist der Schmelzpunkt des Chrysoberylls ein außerordentlich hoher, so daß jene Temperatur noch weit unter dem Schmelzpunkt liegt.

Es war zu erwarten, daß Salze wie Chrysoberyll und auch Magneteisen elektrolytische Leitfähigkeit zeigen, was sich nicht bestätigt; allerdings ist ja die Salznatur mehr hypothetisch, z. B. bei Magneteisen $FeO. Fe_2O_3$.

Granat, Almandin.

Zur Untersuchung gelangte ein orientalischer Almandin; die Platte zeigt schön hellrote Färbung, keine Einschlüsse, jedoch einige kleinere Sprünge. Bei Granat ist leider mit dem

Umstande zu rechnen, daß derselbe infolge seines Eisengehaltes sich zersetzt.

Granat, Almandin.

(Fig. 12.)

Zeit	Temperatur	Widerstand in Ohm	Zeit	Temperatur	Widerstand in Ohm
9ʰ 40ᵐ	610°	9.230	10ʰ 55ᵐ	850°	790
10 03	640	4.590	11 06	900	970
10 15	700	2.920	11 15	950	900
10 28	750	2.070	11 26	1000	500
10 45	800	820	11 35	1015	270

Der Verlauf der Kurve ist bei 900° unregelmäßig; es dürfte dies entweder auf Übergangswiderstände zurückzuführen sein oder wahrscheinlicher auf eine bei dieser Temperatur ein-

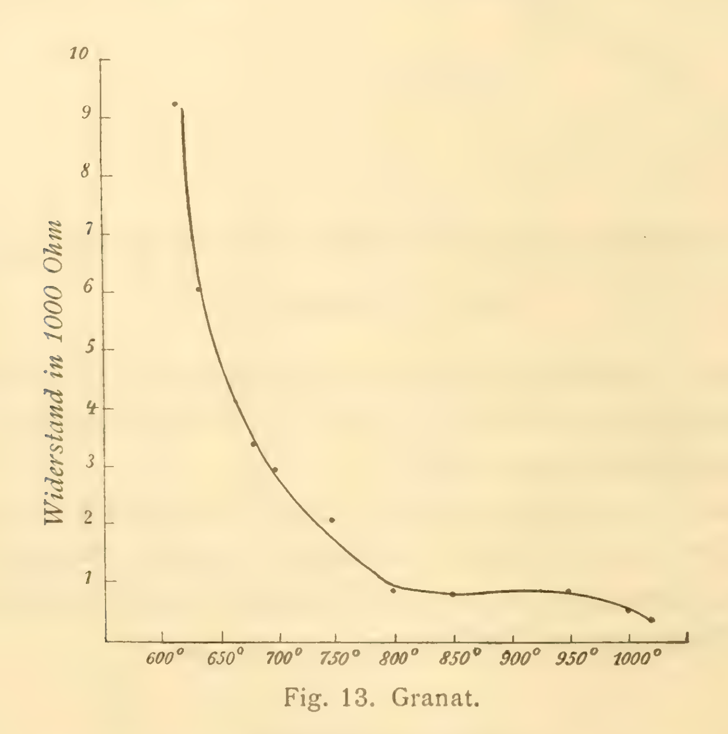


Fig. 13. Granat.

getretene Zersetzung des eisenreichen Granates. Bei dem Herausnehmen des Granates zeigt sich in der Tat, daß der Granat, der früher rosenfarben war, dunkelschwarzbraun und trübe geworden war. Es wurde von diesem Granat ein Bruchstück unter

dem Krystallisationsmikroskop beobachtet und es ergab sich Veränderung gegen 900° bis 950°; der Schmelzpunkt liegt zwischen 1150° bis 1250°, der Schmelzbeginn ist 1150°, doch der Schmelzprozeß geht nur äußerst langsam vor sich, wie ja bei den meisten Tonerdesilikaten.

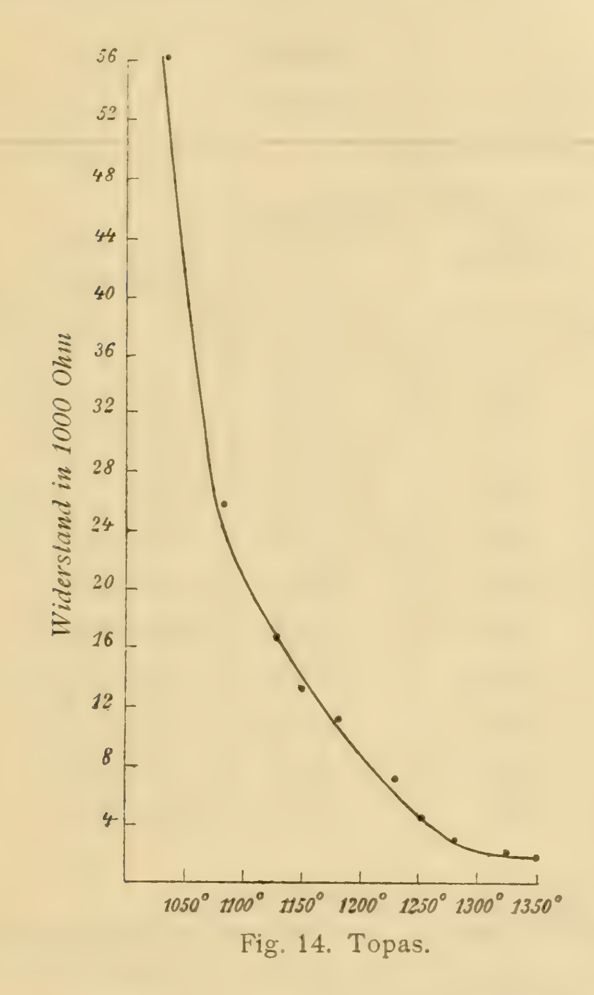


Fig. 14. Topas.

Polarisationsversuche wurden bei 635° und 1000° ausgeführt, wobei die Ladung mit einem Akkumulator erfolgte. Der erste Versuch war erfolglos, der zweite ergab einen kleinen Ausschlag von 10 *mm*, also sehr unbedeutend. Da der Granat überdies seine Zusammensetzung verändert hatte, wurde die Erhitzung nicht weiter fortgesetzt.

Topas.

Es wurde ein farbloser sibirischer Topas parallel der Basis verwendet; die optische Untersuchung ergab den gewöhnlichen

großen Achsenwinkel. Die erste Erhitzung erfolgte bis 1000°; bei dieser Temperatur war ein Widerstand von zirka 90.000 Ohm meßbar. Die nach der Abkühlung vorgenommene Untersuchung ergab keine Veränderung des optischen Verhaltens und speziell des Achsenwinkels. Die zweite Erhitzung ergab folgende Werte:

Topas.

(Fig. 14.)

Zeit	Temperater von 0° gerechnet	Widerstand in Ohm	$\frac{1}{T}$ in absoluter Zählung	log W
3^h 20^m	830	323.000	$0·909 \times 10^{-3}$	5·5092
3 50	880	190.000	$0·870 \times 10^{-3}$	5·2788
	940	156.000	$0·826 \times 10^{-3}$	5·1931
4 05	980	116.000	$0·800 \times 10^{-3}$	5·0645
	1030	56.000	$0·769 \times 10^{-3}$	4·7482
4 25	1130	16.300	$0·714 \times 10^{-3}$	4·2122
4 50	1180[1]	11.050	$0·689 \times 10^{-3}$	4·0434
5 15	1250[2]	4.080	$0·658 \times 10^{-3}$	3·6107
5 20	1280	3.100	$0·645 \times 10^{-3}$	3·4914
5 31	1330[3]	2.070	$0·625 \times 10^{-3}$	3·3160
	1350	2.000	$0·617 \times 10^{-3}$	3·3010

[1] Bei 1180° erster Polarisationsversuch.

[2] Bei 1250° zweiter Polarisationsversuch. Der Widerstand war nach dem Versuche von 4080 auf 3700 gefallen bei Konstanz der Temperatur.

[3] Dritter Polarisationsversuch.

Der Ausschlag bei 1180° betrug nur 5 *mm*. Bei 1250° war der Ladestrom, den ein Akkumulator lieferte, 0·95 *m* A; der Ausschlag betrug 17 *mm*, welcher nach $1^1/_2$ Minuten zurückging; es entspräche dies einem Strom von 0·036 *m* A, beziehungsweise 0·13 Volt.

Bei 1330° war der Ladungsstrom 1·8 *m* A, der Ausschlag 47 *mm*, entsprechend 0·1 *m* A, beziehungsweise 0·21 Volt, wobei sich der merkwürdige Umstand ereignete, daß nach

$2^1/_2$ Minuten der Strom auf Null abgefallen und nach 3 Minuten ein Ausschlag im entgegengesetzten Sinne von 4 *mm* zu beobachten war, vielleicht infolge eines Peltierstromes. Es darf aber nicht vergessen werden, daß schon bei 1350° die Zersetzung des Topases beginnt und daß chemische Prozesse mitspielen;

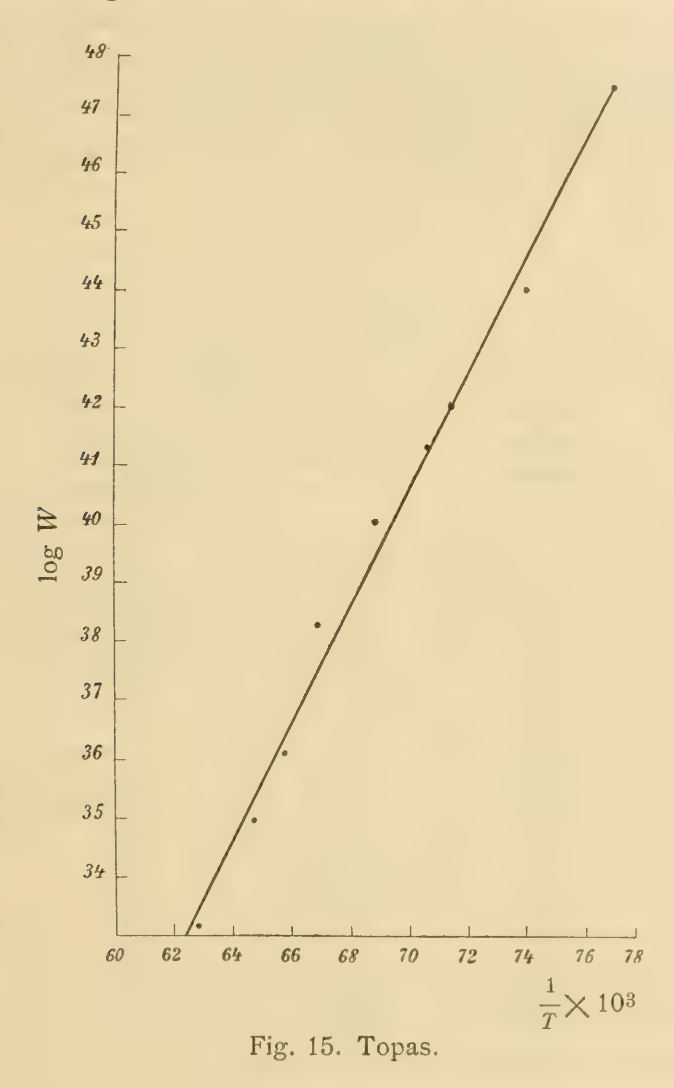


Fig. 15. Topas.

es ist also möglich, daß durch das Laden der Platte die Zersetzung beschleunigt wird.

Der Topas verändert sich wie Granat bei höherer Temperatur; aus der Verbindung $(Al_2SiO_5)_5 . Al_2SiF_{10}$ oder $Al_{12}Si_6O_{25}F_{10}$ wird das Fluor ausgetrieben, dabei ist der Topas bei zirka 1250° trübe, undurchsichtig und milchweiß,[1] während er früher

[1] Dieser zersetzte Topas wird durch Radium nicht mehr verändert.

farblos und durchsichtig ist. Der Umwandlungspunkt ließ sich aber nicht genau feststellen.

Die Widerstandskurve ist ziemlich regelmäßig; bei 1200° wird der Widerstand gering und die Kurve verläuft dann fast horizontal.

Polarisation ist sicher vorhanden, denn nicht nur die Elektroden sind etwas rauh, auch die eine Seite der Krystallplatte zeigte ein rauhes und wie geätztes Aussehen; hier hat also wohl Transport von ponderabler Materie stattgefunden.

Baryt.

(Fig. 16 und 17.)

Zeit	Temperatur von 0° gezählt	Widerstand in Ohm	$\frac{1}{T}$ in absoluter Zählung	log W
9h 55m	800°	190.000	0·000935	5·2788
	900	101.000	0·000855	5·0043
10 33	1000	40.000	787	4·6021
10 37	1050	27.700	757	4·4425
10 52	1100[1]	18.500	730	4·2672
11 20	1150	12.200	704	4·0864
11 27	1200	9.000	680	3·9542
11 38	1210[2]	8.500	676	3·9294
11 50	1250	7.000	658	3·8451
11 58	1300[3]	5.080	637	3·7059
12 30	1350[4]	3.200	617	3·5052

[1] Erster Polarisationsversuch.

[2] Zweiter Polarisationsversuch. Die Temperatur hatte sich um 10° erhöht und der Widerstand war durch das Laden von 9000 Ohm auf 8500 Ohm, also verhältnismäßig wenig verändert.

[3] Bei diesem Versuche war der Widerstand nach dem Laden von 5080 auf 4380 Ohm gefallen.

[4] Bei dem letzten Polarisationsversuche war die Temperatur um 10° während des Ladens gestiegen, der Widerstand bei 1360° war 3000 Ohm gegen 3200 Ohm vor dem Laden.

Von Baryt ist es schon bekannt, daß derselbe elektrolytisch leitet, und die Versuche bestätigen dies; sie zeigen aber, was sehr wichtig ist, daß zwischen diesem Salz und manchem der hier untersuchten der Unterschied in der Polarisation auch quantitativ kein so bedeutender ist. Die verwendete Platte war parallel geschnitten.

Bei 1100° war der Ausschlag ein ganz minimaler, auch bei 1200° war der Ladestrom 0·1 *m* A und der Entladungs-

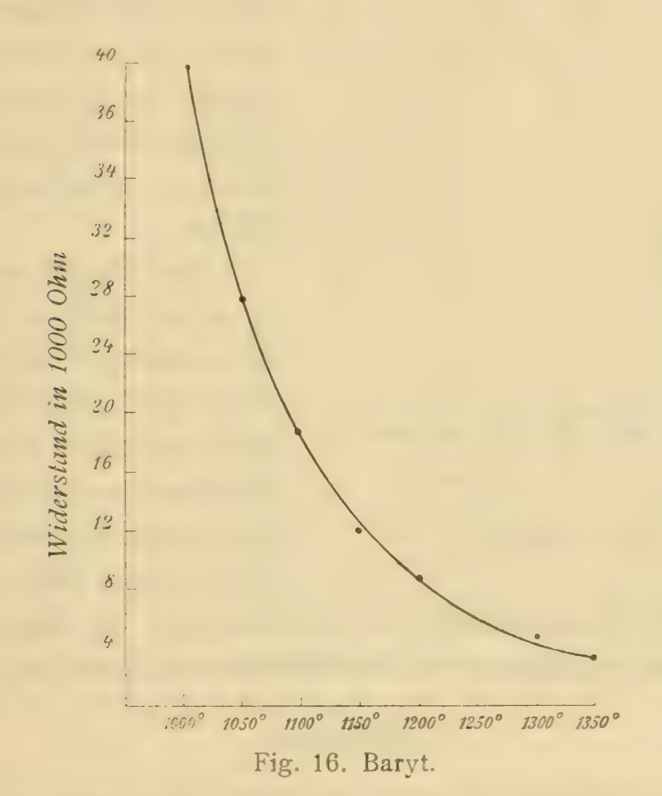


Fig. 16. Baryt.

ausschlag nur 18 *mm*, $i = 0 \cdot 182$ *m* A; demnach verhält sich der Baryt nicht anders als die früher erwähnten Krystalle.

Erst bei 1300°, wo der Widerstand schon sehr gering war und durch 5 Minuten ein Ladestrom von 0·5 *m* A durchgegangen war, ergab sich ein großer Ausschlag am Spiegelgalvanometer, nämlich 56 *mm*, entsprechend $i = 0 \cdot 59$ *m* A. Doch ist hier ein bedeutender Anteil des Thermostromes inbegriffen, so daß dem Polarisationsstrom nur zirka 0·266 *m* A entsprechen, beziehungsweise eine Spannung von 1·1 Volt.

Bei 1350° wird ein Ausschlag von 96 *mm* erreicht; hier ist aber ein bedeutender Thermostrom (65 *mm*) abzuziehen,

so daß für den Polarisationsstrom $i = 0 \cdot 33$ *m* A oder $0 \cdot 99$ Volt verbleiben; möglicherweise ist aber der Anteil des Thermostromes doch geringer. Der ursprüngliche Ausschlag von 96 *mm* ergibt $i = 0 \cdot 922$ *m* A, entsprechend zirka 3 Volt. In Wirklichkeit wäre demnach der Polarisationsstrom einer Spannung von mehr als 1 Volt entsprechend; er ist also drei- bis fünfmal höher als bei den anderen untersuchten Krystallen.

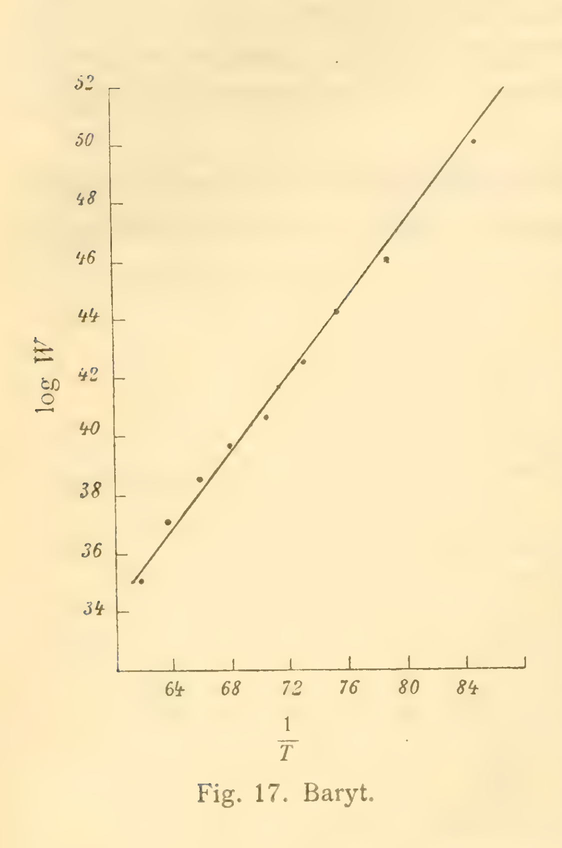


Fig. 17. Baryt.

Der Vergleich des Barytes mit einigen der anderen untersuchten Krystallen zeigt nun allerdings einen weit größeren Betrag des Polarisationsstromes als bei jenen, aber immerhin ist der Unterschied kein so bedeutender, um die Annahme zu rechtfertigen, es läge nur hier elektrolytische Leitung vor, in den früheren Fällen jedoch keine.

Wolframit.

Der zur Untersuchung verwendete Wolframit stammt von Schlaggenwald; ob er vollkommen rein ist, läßt sich wegen seiner Undurchsichtigkeit nicht bestimmen. Als unzweifelhaftes Salz wäre bei Wolframit Elektrolyse und daher auch im festen Zustand elektrolytische Leitung zu erwarten; doch scheint dies nicht der Fall zu sein oder wenigstens wiegt die metallische Leitung weitaus vor. Ein Minimum in der Temperaturkurve konnte nicht gefunden werden, was jedoch nicht ausschließt, daß ein solches bei niederen Temperaturen vorhanden sein kann, wenn es auch kein stark ausgesprochenes ist.

Bei Wolframit ist schon bei ziemlich niederer Temperatur, bei 200°, der Widerstand verhältnismäßig unbedeutend und bei

Wolframit.

(Fig. 18.)

Temperatur von 0° C gemessen	Widerstand in Ohm	$\frac{1}{T}$ in absolutem Maße	log W
56°	11.050	0·00312	4·0434
100	2.500	0·00270	3·3979
150	690	0·00238	2·8389
200	360	0·00213	2·5563
300	110	0·00175	2·0414
350[1]	67	0·00161	1·8261
400	43·8	0·00149	1·6415
500[2]	20·7	0·00130	1·3160
600	11·7	0·00115	1·0682
700	6·8	0·00103	0·8325
780	4·9	0·00095	0·6902
900	2·4	0·00085	0·3802
1000	2·19	0·00079	0·3404
1050	0·97	0·00075	—0·0132
1100	0·83	0·00073	—0·0809

[1] Bei 350° wurde der erste Polarisationsversuch ausgeführt.
[2] Zweiter Polarisationsversuch.

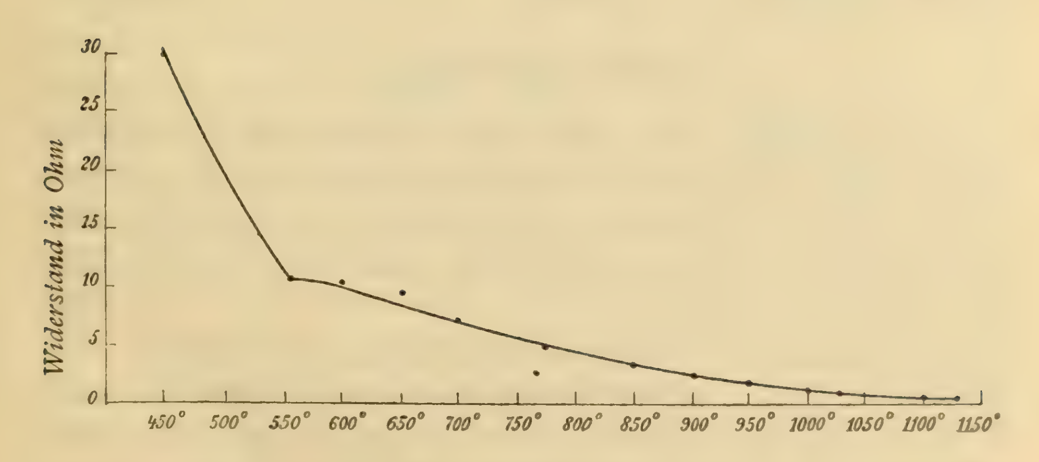


Fig. 18. Wolframit.

1000° beträgt er nur noch zirka 1 Ohm, um dann noch weiter zu fallen. Bei der Abkühlung sind die Beträge nunmehr geringere. Die zweite Erhitzung ergibt ebenfalls etwas geringere Beträge als die erste, was gewöhnlich der Fall zu sein pflegt.

Was die Polarisation anbelangt, so scheint solche hier nicht ausgeschlossen, wenn auch die Polarisationsspannung jedenfalls eine sehr geringe ist; jedenfalls sind hier Thermoströme vorwiegend.

Bei 500° zeigt sich ein sehr großer Ladestrom, nämlich 200 *m* A, der Ausschlag ist aber nur 13 *mm*, der sofort zurückgeht.

Bei 1050° ist der Ladestrom durch einen Akkumulator verursacht: 1900 *m* A; der Ausschlag am Galvanometer ist ziemlich groß, 28·5 *mm*, geht aber sofort zurück, $i = 0 \cdot 606$ *m* A; entweder liegen Peltier'sche Ströme vor oder wir haben es mit einem sehr großen Reststrom zu tun.

Daß Wolframit metallische Leitung hat, steht auch im Zusammenhang mit seinen optischen Eigenschaften, Undurchsichtigkeit und Metallglanz, die denen der Metalle gleichkommen. Hier wären Messungen des Schwächungskoeffizienten (vgl. p. 60) angezeigt, um die Maxwell'sche Beziehung zu prüfen.

Es ist zwar auch hier nicht ausgeschlossen, daß bei hohen Temperaturen neben der Elektronenleitung auch Ionenleitung vorhanden ist; aber erstere ist jedenfalls bei niedereren Temperaturen allein vorhanden und wir haben hier das Beispiel eines Salzes mit metallischer Leitung.

Schlußfolgerungen.

In Krystallen kann nach den vorliegenden Resultaten sowohl Ionen- wie Elektronenleitung vorkommen. In seltenen Fällen gibt die Widerstands-Temperaturkurve genügenden Aufschluß, meistens muß die Messung der Polarisation zur Entscheidung herangezogen werden, doch sind immer noch Fälle vorhanden, in welchen diese Entscheidung schwierig ist, was wohl auch damit zusammenhängt, daß häufig in Krystallen beide Arten der Leitung vorhanden sein können und bei hoher Temperatur in der Nähe des Schmelzpunktes Ionenleitung auftritt.

Eine Verfolgung der Temperaturkurve bis in den schmelzflüssigen Zustand würde eher geeignet sein, die Frage mehr zu klären. Überblicken wir die Resultate, so können wir auf Grund der Temperatur-Widerstandskurve und der nachgewiesenen Polarisation dreierlei Kategorien von Körpern unterscheiden. Erstens Krystalle, die keine Polarisation zeigen, bei denen die Leitfähigkeit mit der Temperatur zunimmt; zu diesen gehören Rutil, Zinnstein, Chrysoberyll, vielleicht Wolframit. Zweitens solche, welche bei sehr hoher Temperatur geringe Polarisation zeigen, wie Adular, Albit und drittens Krystalle, die bei höherer Temperatur eine sehr merkliche Polarisationsspannung aufweisen, wie Baryt, Saphir, Topas. Der Quarz, auf den ich zurückkomme, nimmt eine Ausnahmestellung ein. Bei allen nimmt der Widerstand mit der Temperatur ab.

Bei der zuletzt genannten Art von Krystallen sind die gemessenen Beträge der Polarisation sehr verschieden, oft nur geringere, oft merkliche. Wir können aber aus diesen Messungen nur dann einen Schluß ziehen, wenn wir die Widerstände und die Polarisationspannungen bis in den flüssigen Zustand verfolgen. Wir haben in dieser Hinsicht auch Material aus den älteren Arbeiten von Poincaré, Foussereau und namentlich von R. Lorenz, dann aus meinen Untersuchungen an Silikatschmelzen.

Dort, wo die Polarisation im flüssigen Zustande geringfügige Beträge ergibt, können im festen auch nur ganz kleine Zahlen sich ergeben, bei verhältnismäßig geringem Widerstand, was wohl mit der Ionenbeweglichkeit und auch dem »Reststrom« zusammenhängt, welche Verhältnisse nicht ganz geklärt sind. Im Gegensatz dazu ergeben die Messungen von Lorenz bei den Chloriden, Jodiden der Schwermetalle ganz außerordentlich hohe Beträge entsprechend der größeren Dissoziation und der großen Ionenbeweglichkeit im flüssigen Zustande.

Ganz anders verhalten sich die Silikate. Die Polarisationsspannung beträgt in der Schmelze nur zehntel Volt.[1] Es steht

[1] Ich berichtige hiermit einen störenden Druckfehler in meiner Arbeit »Dissoziation der Silikatschmelzen«. Sitzungsber. der Wiener Akad., *117*, 317; es soll dort für die Polarisation des geschmolzenen Labradorit der Wert mit

dies im Einklange mit dem ziemlich großen Widerstande im flüssigen Zustande, der wohl weniger eine Folge geringfügigen Dissoziationsgrades ist, als mit der großen Viskosität und der daraus resultierenden sehr geringen Ionenbeweglichkeit zusammenhängt.

Bei den Silikaten, von welchen früher Albit, Labradorit, Diopsid im flüssigen Zustande, Diopsid, Adular auch im festen untersucht wurden, ist infolge der großen Viskosität auch im flüssigen Zustande die Leitfähigkeit eine geringe und erst weit über dem Schmelzpunkte ist mit abnehmender Viskosität die Leitfähigkeit bedeutender, daher auch die Polarisation in der Schmelze gering und natürlich ergeben sich im festen Zustande noch geringere Beträge. Daraus läßt sich aber nicht schließen, daß es sich bei diesen Krystallen um metallische Leitung handeln muß, weil die Beträge geringer sind als bei anderen stark elektrolytisch leitenden Salzen. Daß auch in Silikatschmelzen Dissoziation vorhanden ist, läßt sich nicht bezweifeln, um so mehr als in einem Falle bei Albit bei der Ladung mit dem Straßenstrom sogar Elektrolyse auftrat, so daß die Elektroden stark angegriffen wurden; besonders die Kathode hatte sehr gelitten.

In anderen Fällen wies in solchen Schmelzen der Polarisationsstrom nur eine Spannung von 0·33 Volt auf, bei einem Widerstand von 164 Ω, ist also geringer als bei manchen festen Krystallen, z. B. Baryt, Saphir.

Bei Silikaten liegt also ein Fall vor, der mit den anderen nicht ganz vergleichbar ist, vielleicht ist hier der Reststrom sehr groß, jedenfalls zeigen manche Silikate sowohl im flüssigen, als auch im festen Zustande geringe Polarisation. Die Ionenbeweglichkeit ist in diesen viskosen Schmelzen gering, wie ja alle Verhältnisse der Silikatschmelzen durch ihre Viskosität beeinflußt werden und diese in vielen Eigenschaften von anderen Salzen abweichen.

Der Widerstand im flüssigen Zustande ist immer noch ein größerer, z. B. bei Labradorit, wo er bei 1310°, also etwas

---

0·23 Volt (nicht Millivolt) eingesetzt werden, wie ja aus der Rechnung ersichtlich ist.

über dem Schmelzpunkte noch 236 Ohm betrug; bei Albit ist er allerdings bei 1200°, also über dem Schmelzpunkte geringer, nämlich 22·71 Ohm. Es ist zu beachten, daß die Leitfähigkeit des Albits trotz größerer Viskosität bedeutend größer ist, ungefähr zehnmal so groß wie die des Labradorits, wie ja bei Albit Elektrolyse im schmelzflüssigen Zustande leicht durchführbar ist. Dabei verhält sich die Leitfähigkeit des Albits zwischen 1000°, wo er noch fest ist, und 1250°, wo er flüssig ist, wie 1 : 2 und die Kurve dieses Silikats zeigt bei Übergang vom festen in den flüssigen Zustand, wenn man die graphische Darstellung nach Kohlrausch-Arrhenius wählt, eine gerade Linie. Albit dürfte sehr stark dissoziiert sein trotz großer Viskosität der Schmelze.

Bei Albit tritt Polarisation im festen wie im flüssigen Zustande auf. Bei Labradorit besteht die Kurve aus zwei Teilen, die Widerstände sind auch im flüssigen Zustande sehr groß,[1] daher kann die Polarisation auch im festen Zustande nur klein sein.

Es wäre wünschenswert gewesen, die Kurve des Zinnsteines, Wolframits, Chrysoberylls bis zu dem Schmelzpunkte zu verfolgen, woran ich jedoch durch die hohen Schmelzpunkte verhindert war.

Wenn diese Körper im flüssigen Zustande elektrolytisch leiten würden, so könnte man eher zu einem Schlusse kommen, bezüglich einer wahrscheinlichen elektrolytischen Leitung auch unterhalb des Schmelzpunktes.

Bei Magnetit würde die Möglichkeit vorliegen, daß er im flüssigen Zustande metallisch leitet, weil solche Fälle bekannt sind. Die Untersuchung wird daher in dieser Richtung zu ergänzen sein. Man müßte jedoch in einer Stickstoffatmosphäre die Versuche vornehmen, um eine Veränderung des Magneteisens zu verhindern. Nach Hasslinger würde nämlich Magnetit bei hohen Temperaturen elektrolytisch leiten.

Daß Elektronenleitung auch im flüssigen Zustande möglich ist, sehen wir an Metallen; auch metallische Leiter, wie manche Sulfide, also Salze der Schwefelwasserstoffsäure, dann Sulfo-

---

[1] Dissoziation der Silikatschmelzen, I, p. 26.

basen, Sulfosäuren können vielleicht im flüssigen Zustande Elektronenleitung zeigen; der Antimonit, das Antimontrisulfid, der als das Anhydrid der sulfantimonigen H_2SbS_2 betrachtet werden kann, zeigt im flüssigen Zustande nach Schilling Elektronenleitung.[1] Es ist immerhin wahrscheinlich, daß solche metallische Leiter auch im flüssigen Zustande Elektronenleitung zeigen und umgekehrt.

Der am schwierigsten zu entscheidende Fall ist jedenfalls der unter I genannte, da hier vielleicht der Einwurf, daß es sich um Peltierwärme handeln kann, möglich ist; der Beweis, daß wirklich Polarisation auftritt, ist nicht in dem Maße zu erbringen, wie bei den zuletzt erwähnten. Immerhin darf der Betrag, welchen die Messung des Polarisationsstromes ergibt, nicht ganz als maßgebend angesehen werden, da wir, wenn wir diese Beträge bei den verschiedenen festen Körpern vergleichen, einen allmählichen Übergang zwischen hohen Beträgen zu sehr kleinen finden und wahrscheinlich noch häufig finden werden, wenn die vorläufig nicht große Zahl der untersuchten Stoffe sich vergrößert haben wird.

Schwierigkeiten bei der Entscheidung der Frage macht insbesondere der Quarz. Bei Platten senkrecht zur Achse wirken, wie schon früher erwähnt, die parallel zu dieser verlaufenden feinen Kanäle[2], seien sie nun, wie das aus den Arbeiten von Warburg und Tegetmeyer hervorgeht, mit Natriumsilikat oder in anderen Fällen auch mit einer anderen kolloiden Lösung angefüllt, jedenfalls ist die unter 1000° auftretende starke elektrolytische Leitfähigkeit eine sekundäre und erst bei höherer Temperatur tritt die eigentliche Leitfähigkeit des Quarzes auf.

Wir sehen große Verschiedenheit bei den untersuchten Quarzen, aber mit Ausnahme der Quarzplatten parallel zur Achse (p. 80), zeigte sich eine auffallend große Leitfähigkeit, die als sekundäre zu deuten ist. In einem Falle erfolgte durch

---

[1] Königsberger, Z. f. Elektroch., *15*, 100.

[2] Über die merkwürdige Verteilung eines beigemengten Farbstoffes im Rauchquarz gibt die Figur 5 in meinem Werke »Das Radium und die Farben« Aufschluß (p. 121).

die Ladung mit dem Straßenstrom Elektrolyse und Bildung eines Metalles, wohl Natrium, da gerade etwas unter dem Siedepunkt dieses Metalles 780° plötzlich eine Erhöhung des Widerstandes eintrat und dann nach dem Verschwinden dieses Metalles die normale geringe Leitfähigkeit des Quarzes sich zeigte, die dann erst bei weiterer Erhitzung zunahm.

Was nun die Größenordnung der Polarisationsspannung anbelangt, so sind die quantitativen Unterschiede, z. B. zwischen Baryt und Adular, große; ob daraus der Schluß gestattet ist, daß bei letzterem keine elektrolytische Leitfähigkeit vorliegt, ist doch zu bezweifeln, in anderen Fällen ist der Unterschied weit geringer, z. B. zwischen Baryt und Saphir. Bei Baryt als schwefelsaurem Salz ist im vorneherein eine andere Größenordnung zu erwarten als bei Silikaten; die wässerige Lösung von Schwefelsäure ist ja sehr stark leitend, die von Kieselsäure nur äußerst wenig, es dürften daher Sulfate und Silikate sich auch darin stark unterscheiden. Es ist aber nicht nötig, daraus den Schluß zu ziehen, daß es sich um zwei verschiedene Arten der Leitfähigkeit handelt.

Wir können die Krystalle in folgende Gruppen einteilen:

A. solche, bei denen bei gewöhnlicher Temperatur und wohl bei allen Temperaturen Elektronenleitung ohne gleichzeitige Ionenleitung auftritt. In diese Gruppe gehören: Bleiglanz, Eisenglanz, Antimonglanz, Titaneisen, Magnetit und Pyrit.

Aber auch hier ist Eisenglanz, der bei gewöhnlicher Temperatur guter metallischer Leiter ist, doch nicht ganz mit Pyrit zusammen zu werfen, da derselbe nach den Untersuchungen von J. Königsberger bei niedrigeren Temperaturen größeren Widerstand hat als bei 20°.

Wichtig ist die Kurve für Titaneisen (Ilmenit), welche Königsberger bis 700° verfolgt hat; diese Kurve ist der Form nach der des Magnetits ähnlich, die der Genannte ebenfalls von 100° bis 200° studierte. Bei Ilmenit wäre ein Verfolgen über 800° notwendig, um ein etwaiges Ansteigen der Kurve ausfindig zu machen. Die beiden Verbindungen zeigen über 200° respektive 600° nur noch sehr geringen Widerstand. Polarisation konnte bei beiden, obgleich bei Ilmenit ein salzartiger

Charakter der Verbindung wahrscheinlich ist, nicht konstatiert werden. Königsberger glaubt, daß für alle Verbindungen mit Elektronenleitung der Minimalwert des Widerstandes etwa zwischen 0·0003 und 0·025 Ω pro Quadratzentimeter liegt.

B. Es gibt dann Krystalle, welche bei gewöhnlicher Temperatur Isolatoren sind, dann bei wenig bedeutender Temperaturerhöhung metallisch leiten; zu ihnen gehören Zinkblende, dann Molybdänglanz, Pyrit, Fahlerz und Antimonglanz.

C. Dann haben wir Körper wie Zinnstein und Chrysoberyll, bei denen Polarisation nicht sicher konstatiert wurde, die jedenfalls teilweise metallische Leitung zeigen, aber vielleicht doch bei höherer Temperatur elektrolytisch leiten, ein gleichzeitiges Vorkommen beider Arten der Leitung ist dann denkbar.

Wie aus den Versuchen bei Zinnstein (Cassiterit) hervorgeht, zeigt derselbe metallische Leitung, welche bei geringer Temperaturerhöhung auftritt; bei Zimmertemperatur ist der Zinnstein ein Isolator, bei 900° überaus stark leitend. Es wäre wünschenswert, die Temperaturkurve bis zu niederen Temperaturen zu verfolgen, obgleich nach dem ganzen Verlauf eine Vergrößerung des Widerstandes bei solchen Stoffen zu erwarten steht.

Polarisation wird bei Zinnstein nicht beobachtet. Jedenfalls müßte aber untersucht werden, wie sich die Schmelze verhält und der feste Körper etwas unterhalb des Schmelzpunktes, denn es ist möglich, daß dann beide Arten der Leitung eintreten könnten.

Bei Rutil scheinen ähnliche Verhältnisse vorzuliegen wie bei Zinnstein; ferner gehört hieher der Chrysoberyll, bei dem elektrolytische Leitung trotz geringer Polarisation möglich wäre.

Von Quarz, SiO_2, verhalten sich Bergkrystall und Rauchquarz nicht ganz gleich.

Die beiden Rauchquarze, die untersucht wurden, stammen zwar nicht von demselben Stücke, aber von demselben Fundorte. Alle untersuchten Rauchquarze, wie auch Bergkrystallplatten waren senkrecht zur optischen Achse geschnitten worden. Nun wissen wir aus den Untersuchungen von Warburg und Tegetmeyer, daß diese Platten eine weit größere

Leitfähigkeit zeigen, als solche, welche parallel der optischen Achse geschnitten sind.

Die mitunter bei verhältnismäßig niederen Temperaturen auftretende Leitfähigkeit des Quarzes ist also wohl durch Beimengungen hervorgebracht und die Ladung der Zelle ergibt hier starke Veränderungen. Erst bei hoher Temperatur tritt die weit geringere eigene Leitfähigkeit des Quarzes ein, die erst bei sehr hoher Temperatur eine größere wird; damit verbunden ist dann eine wenn auch geringe Polarisation. Es ist also nicht ausgeschlossen, daß Quarz bei solchen hohen Temperaturen elektrolytisch leite.

Was die optischen Eigenschaften des Quarzes anbelangt, so zeigt er nach Drude wie viele Salze selektive Absorption im Ultrarot. Königsberger führt an, daß Substanzen mit Elektronenleitung keine Eigenschwingung im Ultrarot haben, was aber dann für Quarz nicht zutrifft. Was die zugunsten der Elektronenleitung angeführte kontinuierliche Emission der Oxyde wie Zirkonoxyd, Ceroxyd anbelangt, so schloß Nernst nicht auf metallische Leitung, vergl. p. 58.

Kontinuierliche Emission zeigt in demselben Maße wie Quarz auch Porzellan und Quarzglas, für welche wohl zumeist Ionenleitung angenommen wird.

D. Endlich gibt es Körper, die bei gewöhnlicher Temperatur Isolatoren sind, die aber bei hohen Temperaturen gute elektrolytische Leiter sind und dabei merkliche Polarisation zeigen, die allerdings quantitativ verschiedene Werte haben kann.

Große Beträge der Polarisation zeigen die von Lorenz untersuchten Chloride, Jodide, die auch im festen Zustande weit unter dem Schmelzpunkte stark leiten. Weiter ist das Bariumsulfat gewiß ein elektrolytischer Leiter bei hohen Temperaturen.

Ferner gehört nach Haber und Tolloczko hierher das Chlorbarium.

Nach Untersuchungen von Haber und Tolloczko[1] zeigt Chlorbarium weit unter seinem Schmelzpunkte Elektrolyse

---

[1] Z. f. physische Chemie, *41*, 407 (1904).

bei 400° und es weist bei 600° Polarisationspannung von 1·9 Volt auf. Auch für Chlorsilber, Chlornatrium, Glas und Porzellan ist die elektrolytische Leitung durch F. Haber nachgewiesen; es sind erstere allerdings in Wasser lösliche Körper. Königsberger fand bei Bariumsulfat bei 800° einen Widerstand von 20.000 Ω und eine Polarisation gegen Goldelektroden von 1·09 Volt. Wir haben hier trotz der Schwerlöslichkeit im Wasser Elektrolyse; es ist also die Löslichkeit nicht immer maßgebend.

Die Silikate, Saphir, vielleicht auch Quarz haben bei höheren Temperaturen elektrolytische Leitfähigkeit und schon im festen Zustande zeigen sie Polarisation, die allerdings oft sehr schwach ist, was bei Körpern zutrifft, die auch im schmelzflüssigen Zustande schwachen Gegenstrom zeigen; manchmal wie bei Albit, Topas, Saphir ist aber die Polarisation sehr merklich.

Für den festen Zustand ist die metallische Leitung also nicht charakteristisch, viele Salze wie Oxyde zeigen Ionenleitung, welche man vom flüssigen Zustand in den festen allmählich verfolgen kann. Der manchmal eintretende Sprung oder Knick in der Temperaturkurve ist im Zusammenhange mit dem Übergange aus dem amorphflüssigen Zustand in den regelmäßig angeordneten Krystallzustand; wenn ein Körper glasig erstarrt, tritt kein Knick ein. Wahrscheinlich hängt die Änderung hauptsächlich mit der geringeren Ionenbeweglichkeit zusammen, wobei natürlich auch die Möglichkeit einer Änderung des Dissoziationsgrades beim Übergang vom flüssigen in den krystallisierten Zustand in Erwägung zu ziehen ist.

Es liegt aber kein Grund vor anzunehmen, daß im festen Zustande Ionenleitung und Dissoziation ausgeschlossen wären; es hängt das hauptsächlich von dem Verhalten im schmelzflüssigen Zustande ab; stark dissoziierte Schmelzflüsse zeigen auch nach dem Festwerden noch Dissoziation.

Es wird sich die Notwendigkeit ergeben, gerade in denjenigen Fällen, die noch unentschieden sind, wie Zinnstein und Quarz, die Schmelzflüsse zu untersuchen.

Wir können uns im Einklange mit den optischen Eigenschaften und daher mit der elektromagnetischen Lichttheorie zweierlei krystallisierte Körper denken: solche, welche sich wie

die Metalle verhalten, sowohl optisch wie in bezug auf die Leitfähigkeit und durchsichtige, nicht metallische Stoffe, die bei gewöhnlichen Temperaturen nicht leiten (auch schlechte Wärmeleiter sind), aber bei hohen Temperaturen elektrolytisch leiten, endlich dürfte es Krystalle geben, die zweierlei Arten von Leitung gleichzeitig aufweisen können. Die meisten Sauerstoffsalze sind Elektrolyte, doch kann es wohl solche geben, wie Wolframit, die metallisch leiten, wie es andrerseits auch Oxyde, wie Saphir gibt, die elektrolytisch leiten.

Leitfähigkeit und Polymorphie. Die Löslichkeit polymorpher Arten ist verschieden, daher auch ihr Dissoziationsgrad. Polymorphe Arten bilden sich wie z. B. Kalkspat und Aragonit aus verschiedenen konzentrierten Lösungen mit verschiedenem Ionengehalt. Die Polymorphie hängt also wahrscheinlich mit der Leitfähigkeit zusammen. Die bei höherer Temperatur stabile Form hat die größere Leitfähigkeit.[1] Bei erhöhter Temperatur und Ionenbeweglichkeit kann das Raumgitter, in dem auch die Kationen anfangs festgelegt waren, sich verändern und diese eine andere Lage einnehmen, welche dann größere Wanderungen erlaubt. Welches die Ursache der Veränderung bei einer bestimmten Temperatur ist, bleibt wie bisher unklar. Man könnte an einen Valenzwechsel denken, an ein Komplexerwerden der Ionen oder an das Umgekehrte, an Dissoziation und Depolymerisation der Moleküle.

Möglicherweise sind es dieselben Vorgänge, welche größere Ionen- oder Elektronenbeweglichkeit verursachen und auch die Krystallform ändern, jedenfalls wird ein Teil der Ionen, welche vorher festgelegt waren, in diesen Salzen zum Teil frei.

Damit wird auch eine Volumsveränderung eintreten und zwar meistens Vermehrung. Die Raumgitteränderung geht Hand in Hand mit dem Beweglichwerden vorher fester Ionen.

Fester Zustand und Leitfähigkeit. Bei festen Elektrolyten wandern die Kationen.

Bei Isolatoren wird man sich zunächst Kationen wie Anionen festgelegt denken, und zwar im Raumgitter. Es ist

---

[1] Vgl. die Arbeit von Beyeringk und die von Königsberger, Jahrbuch der Radioaktivität, *4*, 177.

dies wahrscheinlicher als die Hypothese von Groth und Barlow, wonach die Atome selbst im Raumgitter verteilt sind. Nur bei Metallen könnte man sich das Raumgitter mit positiven Atomresten besetzt denken, während das negative Elektron frei sich bewegen und Leitfähigkeit erzeugen kann.

Jene Hypothese, wonach die verschiedenen Atome einer Verbindung das Raumgitter besetzt haben, ist schon deswegen unwahrscheinlich, weil im flüssigen Zustande eine Verbindung nur in Ionen und in undissoziierte Moleküle zerfällt, nicht aber in die Atome, daher man annehmen müßte, daß beim Übergang in den festen Zustand ein Zerfall in die Atome eintreten müßte, was sehr unwahrscheinlich ist.[1]

Für die Theorie des festen Zustandes wird sich immerhin ergeben, daß die Ionen, d. h. wenigstens die Anionen im Krystallgitter festgelegt sind, beziehungsweise nur kleine Schwingungen um die Schwerpunkte des Raumgitters ausführen, daher keine Leitung stattfindet. Die meisten Krystalle sind daher bei gewöhnlicher Temperatur Nichtleiter. Leiter sind die Metalle und die Krystalle mit metallischen Eigenschaften; bei diesen wird die Leitfähigkeit durch negative Elektronen hervorgebracht sein, der positive Atomrest liegt im Raumgitter, aber die Möglichkeit, daß auch bei ihnen Ionen vorkommen, wäre nicht ausgeschlossen. Bei hoher Temperatur kann bei größeren Schwingungsamplituden eine geringe Ionenbeweglichkeit auftreten, die in der Nähe des Schmelzpunktes stark zunimmt, der Körper wird allmählich plastisch, das Kation wandert. Auch bei sonst metallisch leitenden kann bei Temperaturerhöhung eine allerdings im Verhältnis zur Elektronenleitung geringe Ionenleitung dann eintreten; der Dissoziationsgrad dieser Körper ist aber auch im flüssigen Zustande weit geringer.

---

[1] Dissoziation der Silikatschmelzen, p. 35.

Inhaltsverzeichnis.



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. II. HEFT.

JAHRGANG 1910. — FEBRUAR.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 1 TAFEL UND 10 TEXTFIGUREN.)





WIEN, 1910.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT

des 2. Heftes, Februar 1910, des CXIX. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Preis des ganzen Heftes: 3 K 70 h — 3 M 70 pf.

SITZUNGSBERICHTE

DER

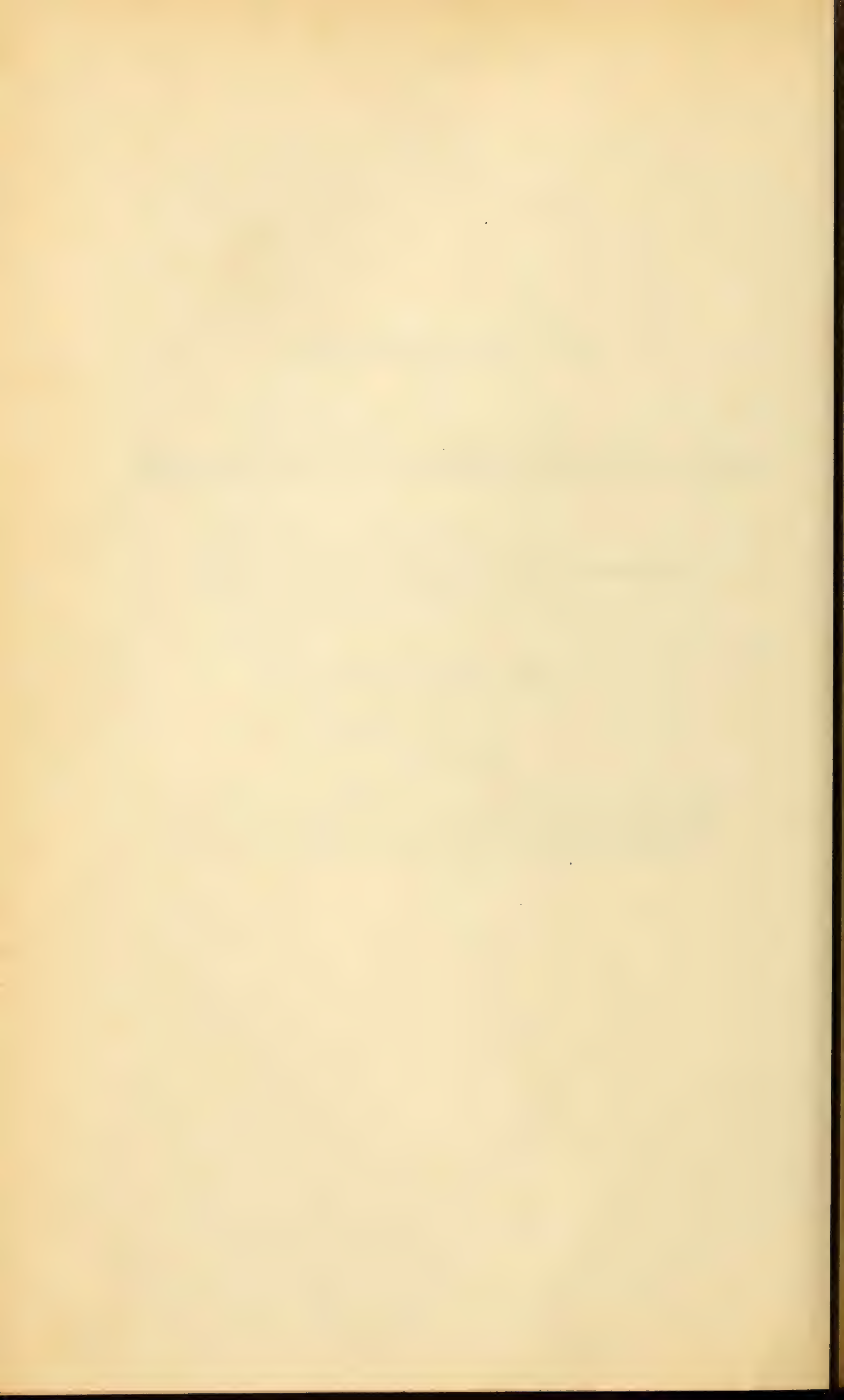
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. II. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.



Zur Kenntnis der Skapolithgruppe

von

Alfred Himmelbauer.

(Mit 8 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Jänner 1910.)

Untersuchungen über das Verhalten isomorpher Mischkrystalle bezüglich ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften sind bisher noch nicht sehr zahlreich. Aber auch die theoretischen Grundlagen sind zum Teil noch nicht vollkommen gesichert; dies gilt namentlich für die krystallographischen und optischen Eigenschaften, während das Verhalten der Dichten und durch die Untersuchungen Roozeboom's auch der Schmelzpunkte isomorpher Mischungen theoretisch gut begründet ist.[1]

Es wird hier der Versuch gemacht, an den Gliedern der Skapolithreihe, die durch ihre hohe Symmetrie in krystallographischer und optischer Beziehung relativ einfache Verhältnisse darbieten, das Verhalten in krystallographischer, physikalischer und chemischer Hinsicht zu studieren.

Die Skapolithgruppe wurde durch die klassische Arbeit G. Tschermak's[2] als isomorphe Reihe erkannt, nachdem sie früher in mehrere, meist vier unabhängige Minerale geschieden worden war. Tschermak erlebte die Genugtuung, daß der schärfste Gegner dieser Ansicht, Rammelsberg, selbst durch die Chlorbestimmung am Marialith mit zur Sicherstellung der Isomorphie beitragen mußte.

---

[1] Ich verweise hier auf C. Dölter, Physikalisch-chemische Mineralogie, Leipzig 1905, und B. Gossner, Beiträge zur Kenntnis der Isomorphie, Zeitschr. f. Krystall. etc., 1908, XLIV, p. 417.

[2] Die Skapolithgruppe. Diese Sitzungsberichte, LXXXVIII, 1883, p. 1142.

Heute ist die Tschermak'sche Auffassung wohl ganz allgemein von den Mineralogen angenommen. Seit der Untersuchung Tschermak's ist nun keine auch nur etwas größere Publikation über Skapolithe erschienen; diese etwas befremdlich erscheinende Tatsache findet ihre Erklärung wenigstens teilweise in der Schwierigkeit, sich von diesen Mineralen einwandfreies Material zu verschaffen, relativ einwandfrei wenigstens, da kein Skapolith ganz frei von Einschlüssen und Zersetzungsprodukten ist. Die Skapolithe scheinen überhaupt Minerale vorzustellen, die sich nur unter besonderen Verhältnissen bilden und sich leicht in andere Mineralien, hauptsächlich Muskovit, umwandeln.

Material.

Tschermak[1] hatte schon vor längerer Zeit gezeigt, daß selbst Skapolithe von einem Fundort in ihrer chemischen Zusammensetzung beträchtlich variieren können. Es mußte also immer eine Stufe soviel Material liefern, daß alle Untersuchungen an demselben ausgeführt werden konnten. Andrerseits sollten die Skapolithe möglichst rein sein, eine Aufgabe, die sich allerdings überhaupt nur mit einer gewissen Annäherung durchführen läßt, da auch die vollkommen durchsichtigen und farblosen Arten bei der Betrachtung unter dem Mikroskop zahlreiche Einschlüsse, häufig von Flüssigkeiten und Glas, erkennen lassen.

Drei von den Skapolithen, die Sipöcz[2] im Jahre 1881 analysiert hatte, konnten verwendet werden; es sind das

1. Skapolith von Malsjö, Schweden.

Von diesem Vorkommen lag ein milchweißes, durchscheinendes Spaltungsstück vor. Im Dünnschliff erkennt man ziemlich unregelmäßig eingeschlossene Calcitkörnchen von sehr variabler Größe. Daneben tritt noch in geringer Menge

---

[1] L. c.

[2] Analyse einiger Skapolithe. Tschermak's Min. u. petrogr. Mitt., IV, p. 265.

ein stark doppelbrechendes Mineral auf, dessen Brechungsquotienten höher sind als α und ε des Skapolithes, vermutlich ein Glimmer.

2. Skapolith von Arendel, Norwegen.

Dieser bildet dünne, farblose Nadeln in körnigem Kalkstein. Ein Dünnschliff durch eine solche Nadel zeigt, daß das Mineral fast vollkommen frei von Einschlüssen ist; nur entlang einem Sprunge war Calcit eingedrungen.

Makroskopisch konnte öfter beobachtet werden, daß sich Glimmerblättchen um den Skapolith anlegen.

3. Skapolith von Gouverneur.

Krystallbruchstücke dieses Minerals waren weiß, durchscheinend, manche ganz durchsichtig. Im Dünnschliff erkennt man, daß sich entlang Sprüngen geringe Mengen eines stark doppelbrechenden Minerals gebildet hatten, dessen beide Brechungsquotienten höher als die des Skapolithes waren, vermutlich ein Muskovit.

Die Analysen der drei Skapolithe (mit den letzten Chlorbestimmungen) sind:

	1.	2.	3.
SiO_2	52·48	52·57	52·65
Al_2O_3	25·56	24·24	25·32
Fe_2O	0·39	0·26	0·11
CaO	12·44	11·57	11·30
MgO	—	—	0·23
Na_2O	6·52	7·19	6·64
K_2O	0·79	0·42	1·58
Cl	0·70	1·63	2·14
SO_3	0·58	0·90	0·14
CO_2	0·14	0·39	—
H_2O	0·61	0·69	0·42
	101·21	99·86	100·53

Eine weitere Serie von Skapolithen wurde von mir analysiert. Es sind dies: Mejonit vom Vesuv, Skapolith von Grass Lake, Jefferson Cty, Skapolith von Bolton, Massachusetts, Skapolith von Gulsjö, Schweden, Couzeranit von Ariége, Frankreich, und Marialith von Pianura bei Neapel. Die Bestimmungen

sind nur Teilanalysen, indem nur die beim Aufschließen mit Natriumkaliumcarbonat abscheidbaren Oxyde bestimmt wurden. Da einmal durch die Untersuchungen Tschermak's die isomorphe Mischbarkeit der Skapolithe und die Zusammensetzung ihrer Endglieder festgestellt ist, genügt es, aus den beiden sichersten Daten, welche eine sorgfältige Analyse liefert, nämlich den Gewichtsprozenten SiO_2 und CaO, die Zusammensetzung des analysierten Skapolithes zu berechnen. Allerdings wäre es von Interesse gewesen, über die Möglichkeit einer Existenz von SO_3- und CO_2-haltigen Skapolithen etwas Näheres zu erfahren — das ist jedoch eine ganz spezielle Untersuchung, die wahrscheinlich mit den alten Methoden der Cl-, SO_3- und CO_2-Bestimmung überhaupt nicht exakt durchführbar sein dürfte, sondern die Anwendung ganz neuer Methoden erfordert. Ich hoffe diese Untersuchungen später durchführen zu können und werde dann die hier angegebenen Analysen ergänzen.

Die Existenz eines CO_2-haltigen Endgliedes der Skapolithgruppe erscheint mir übrigens sehr unsicher, da ich fast in allen Skapolithen im Dünnschliff Calcit nachweisen konnte.

4. Mejonit vom Vesuv.

Der Mejonit wurde von einer Druse in einem Kalkblocke der Somma entnommen; die Krystalle waren vollkommen farblos und durchsichtig, mit wenigen Einschlüssen von schwarzem Augit. Im Dünnschliff erwiesen sie sich als frei von Einschlüssen. Da für die übrigen Untersuchungen, speziell für die Bestimmung der Kieselsäure, viel Material benötigt wurde, blieb zur Analyse nur ein einziger großer Krystall übrig, der zerkleinert und sorgfältig ausgesucht wurde.

Es wurde hier nur SiO_2 bestimmt.

SiO_2 . . . . 41·42%

Eine Quantität von 0·5788 *g* gab 0·2500 *g* SiO_2.

Skapolith von Grass Lake.

Von diesem Skapolith war ein großer, 6 *cm* langer und 4 *cm* dicker Krystall vorhanden, von brauner Farbe; die reinsten Splitter waren farblos oder ganz lichtgelb gefärbt; die unterste

Partie des Krystalles, mit der er aufgewachsen war, war durch Augit und Molybdänglanz stark verunreinigt.

Ein Dünnschliff durch eine reine Partie ließ sehr feine Einschlüsse erkennen, die vollkommen parallel den Spaltrissen angeordnet waren. Dieselben gehörten verschiedenen Mineralien an. Ein Teil war deutlich schwächer lichtbrechend als der Skapolith, stark doppelbrechend, an einem Korn wurde auch wiederholte Zwillingslamellierung konstatiert. Das Mineral war also Calcit. Ein anderer Teil hatte Brechungsquotienten, die zwischen denen des Skapolithes lagen, kleiner als ω, größer als ε, manchmal auch ein Brechungsquotient sehr schwach größer als ω, der andere deutlich größer als ε. Dasselbe Verhalten zeigte auch eine größere Partie eines stark doppelbrechenden Minerals, das aus lauter parallel angeordneten Fasern bestand und offenbar den Beginn einer Zersetzung des Skapolithes vorstellte. In den Längsrichtungen der Fasern lag γ'. Alle diese Eigenschaften stimmten mit Muskovit. Endlich kamen noch Nadeln vor, die in beiden Stellungen stark höher lichtbrechend waren als der Skapolith und vielleicht aus Augit bestanden. Ob auch aller Calcit hier als sekundär zu deuten ist, erscheint mir zweifelhaft, ein Teil sicherlich, da von einem berührenden großen Calcitkorn deutlich ein Eindringen von Calcit in den Skapolith zu beobachten war.

Die Analyse an vollkommen reinem Materiale ergab:

SiO_2	47·30
Al_2O_3	25·99
Fe_2O_3	0·32
CaO	17·34
MgO	0·15

in guter Übereinstimmung mit der von E. S. Sperry[1] angegebenen Analyse.

Die Belegzahlen sind: Angewandte Substanz 1·0966 *g*, SiO_2 0·5150+0·0037 = 0·5187 *g*, Al_2O_3 0·2818+0·0032 = = 0·2850 *g*, Fe_2O_3 0·0035 *g*, CaO 0·1901 *g*, $Mg_2P_2O_7$ 0·0044 *g*, entsprechend MgO 0·0016 *g*.

---

[1] Bei E. Dana, The system of Mineralogy, New York 1892.

Skapolith von Bolton.

Von diesem Vorkommen wurde ein Bruchstück eines größeren Handstückes aus dem k. k. Hofmuseum verwendet. Der Skapolith kam zusammen mit Quarz und Muskovit vor und bildete eine weiße, an einzelnen Stellen farblose, durchsichtige, grobspätige Masse, die noch mehrere Krystallflächen erkennen ließ.

Im Dünnschliffe konnte man wieder die Anwesenheit einer allerdings sehr geringen Menge von Calcit, ferner von Muskovit sehen.

Ausgesuchtes Material ergab:

SiO_2	47·09%
Al_2O_3	25·39
Fe_2O_3	0·10
CaO	16·62
MgO	0·20

1·0261 *g* bei 110° getrockneten Pulvers gaben SiO_2 0·4805+0·0027=0·4832 *g*, Al_2O_3 0·2570+0·0035=0·2605 *g*, Fe_2O_3 0·0010 *g*, CaO 0·1705 *g*, $Mg_2P_2O_7$ 0·0057 *g*, entsprechend 0·0021 *g* MgO.

Skapolith von Gulsjö, Schweden.

Verwendet wurde ein Bruchstück eines größeren einheitlichen Stückes; der Skapolith war weiß, durchscheinend.

Im Dünnschliffe zeigten die äußeren Partien entlang Spaltrissen und Sprüngen eine (offenbar sekundäre) Einlagerung von Calcit. In beiden Stellungen war der Brechungsquotient des stark doppelbrechenden Minerals deutlich niedriger als der entsprechende Brechungsquotient des Skapolithes.

Die Analyse an ausgesuchtem Materiale ergab:

SiO_2	51·09%
Al_2O_3	23·86
Fe_2O_3	0·16
CaO	12·40
MgO	0·02

Belegzahlen: 1·0602 *g* bei 110° getrockneten Pulvers gaben SiO_2 0·5354+0·0062 = 0·5416 *g*, Al_2O_3 0·2517+ +0·0013 = 0·2530 *g*, Fe_2O_3 0·0017 *g*, CaO 0·1315 *g*, $Mg_2P_2O_7$ 0·0005 *g*, entsprechend MgO 0·0001 *g*.

Couzeranit von Ariége, Frankreich.

Der Couzeranit bildet langsäulenförmige, wasserklare Prismen in einem feinkörnigen weißen Kalksteine. Um hinreichend Material zu gewinnen, mußten drei Handstücke, die jedoch von derselben Sendung stammten, verwendet werden. Der an den Prismen noch anhaftende Kalk wurde durch stark verdünnte Salzsäure entfernt. Dabei machte ich die interessante Beobachtung, daß die Säulen fast immer zahlreiche Bruchflächen annähernd senkrecht zur Prismenzone zeigten und daß sich zwischen den Bruchflächen, teilweise auch an den Prismenflächen, eine ganze Haut von einem Mineral gebildet hatte, die sich wie eine Haube abheben ließ. Unter dieser Haut waren am Skapolith Ätzerscheinungen zu beobachten, was sich besonders schön an einem Säulchen zeigte, das auch die Pyramidenflächen aufwies; diese waren von tiefen Ätzgrübchen bedeckt. Das Mineral verdankt also offenbar einer Zersetzung des Skapolithes seine Entstehung.

Die mikroskopische Untersuchung ließ erkennen, daß das Mineral aus Fasern bestand, die zweiachsig negativ waren mit einem hohen Achsenwinkel (schätzungsweise 70 bis 80°) und schwacher Dispersion $\rho > v$, ein Verhalten, das auf einen Alkaliglimmer hinweist; damit stimmt auch, daß die Fasern parallel der Längsrichtung gerade auslöschten und γ' in der Längsrichtung hatten. In einem Dünnschliff durch einen Couzeranitkrystall wurde in schlauchförmigen Kanälen parallel der Hauptachse ein stark lichtbrechendes und stark doppelbrechendes Mineral beobachtet, das einachsig positiv war. Es ist schwer, für dieses Mineral eine plausible Annahme zu machen; man könnte eventuell an Zirkon denken.

Die Analyse an vollkommen reinem Materiale ergab:

	1	2	Mittel
SiO_2	56·61%	56·73%	56·67%
Al_2O_3	19·47	—	19·47
Fe_2O_3	0·11	0·28	0·20
CaO	7·13	7·02	7·08
MgO	0·45	unwägbare Spur	0·23

Ad 1. 0·4752 *g* bei 110° getrockneten Pulvers gaben SiO_2 0·2651 + 0·0039 = 0·2690 *g*, Al_2O_3 0·0861 + 0·0064 = = 0·0925 *g*, Fe_2O_3 0·0005 *g*, CaO 0·0339 *g*, $Mg_2P_2O_7$ 0·0030 *g*, entsprechend MgO 0·0011 *g*.

Ad 2. 0·9430 *g* bei 110° getrockneten Pulvers gaben SiO_2 0·5306 + 0·0044 = 0·5350 *g*, Fe_2O_3 0·0026 *g*, CaO 0·0662 *g*. Die Bestimmung des Al mißlang.

Marialith von Pianura, Phlegräische Felder.

Vom Marialith sammelte ich Material aus drei größeren Stufen, die ich zufällig bei einem Wiener Mineralienhändler erwarb. Die winzigen Krystalle dieses Skapolithes (sie sind im Maximum 3 *mm* lang und 1 *mm* dick) waren in dem Gestein sehr zahlreich und fielen beim Zerschlagen desselben leicht heraus. Sie waren aber dunkelbraun oder dunkelgrün bis schwarz gefärbt infolge der massenhaften Einschlüsse, die sie in ihrem Innern bargen.

Das Material wurde ziemlich grob gepulvert und mit einer schweren Flüssigkeit (Methylenjodid + Benzol) in mehrere Partien getrennt; die leichtesten Partien waren nur mehr hellgrün gefärbt. Nun pulverisierte ich das Material feiner und trennte mit Hilfe eines sehr starken Elektromagneten — durch gütige Vermittlung des Herrn Dozenten Dr. Hess konnte ich diesen Versuch an dem starken Elektromagneten des tierärztlichen Institutes durchführen. So erhielt ich eine allerdings kleine Quantität von Pulver, das fast vollkommen farblos war.

Unter dem Mikroskop konnte man allerdings noch deutlich Einschlüsse wahrnehmen; diese bestanden, wie ich mich auch an einem Dünnschliff an dem Gestein selbst überzeugte, größtenteils aus einem schwarzen, völlig undurchsichtigen Mineral, das wohl Magnetit ist; ferner in geringerer Menge aus dunklem Augit und aus einem hellgrünen Glase.

Die Analyse, an der geringen Quantität von 0·1581 *g* ausgeführt, erforderte natürlich besondere Sorgfalt. Es wurden gefunden:

SiO_2 0·0915 + 0·0007 = 0·0922 *g*, Al_2O_3 0·0288 + 0·0046 + 0·0005 = 0·0339 *g*, Fe_2O_3 0·0024 *g*, CaO 0·0057 *g*, $Mg_2P_2O_7$ 0·0035 *g*, entsprechend MgO 0·0012 *g*.

Fe_2O_3 wurde in Fe_3O_4 (Magnetit) umgerechnet und ergab 0·0023 *g* Magnetit. Die Zahl von Mg wurde zur Berechnung von Diopsid $CaMgSi_2O_6$ (an Stelle des Augites) verwendet; ich erhielt 0·0062 *g* Diopsid.

Es bleibt also eine Quantität reinen Marialithes von 0·1496 *g*, welche 0·0887 *g* SiO_2, 0·0339 *g* Al_2O_3, 0·0041 *g* CaO lieferte, also

SiO_2	59·29%
Al_2O_3	22·66
CaO	2·74

Spezifisches Gewicht.

Sipöcz[1] gibt für die von ihm analysierten Skapolithe folgende spezifische Gewichte an (pyknometrische Bestimmungen):

Malsjö	2·675	(bei 20° C.)
Arendal	2·676	(» 21° C.)
Gouverneur	2·660	(» 20° C.)

Meine Bestimmungen wurden ebenfalls mit dem Pyknometer ausgeführt, weil diese Methode, wenn sie mit allen Vorsichtsmaßregeln durchgeführt wird, immer noch die genaueste ist, vorausgesetzt, daß größere Mengen des Minerals zur Verfügung stehen. Zur Entfernung der Luft kam das gefüllte Pyknometer jedesmal unter die Luftpumpe, dann wurde es behufs Erzielung einer konstanten Temperatur in ein Wasserbad von 20° C. gesetzt, bis es dessen Temperatur angenommen hatte; der Stöpsel muß immer in gleicher Stellung aufgesetzt werden (Koinzidenz zweier Marken auf dem Stöpsel und dem Hals des Pyknometers). Mittels einer Kapillare wurde der Stand des Wassers in dem durchbohrten Stöpsel auf eine eingeritzte Marke gebracht, dann wurde das Pyknometer rasch getrocknet und gewogen; die Wägungen wurden zwei- bis dreimal wiederholt. Auf diese Weise kann man die dritte Dezimale noch vollkommen genau erhalten.

---

[1] L. c.

Die Resultate meiner Bestimmungen sind (20° C.):

Skapolith, Grass Lake	2·7130
» Gulsjö	2·6684
» Bolton	2·7362
Couzeranit	2·6252

In der berühmt gewordenen Arbeit von G. Tschermak[1] über die Feldspate wurde zum erstenmal ein additives Verhalten der spezifischen Gewichte von isomorphen Mischungen festgestellt und gezeigt, wie sich aus den spezifischen Gewichten der Endglieder und der bekannten chemischen Zusammensetzung eines Mischkrystalles dessen Dichte berechnen lasse. Wenn m und n die Anzahl der Grammolekel der Komponenten im Mischkrystall und A und B deren Molekulargewichte bedeuten, ferner M und N ihre Molekularvolumina, so ist das spezifische Gewicht

$$\delta = \frac{mA+nB}{mM+nN}, \qquad 1)$$

respektive das spezifische Volum

$$\omega = \frac{mM+nN}{mA+nB}. \qquad 2)$$

Einen anderen Ausdruck hat dafür J. W. Retgers[2] gegeben, dem wir zahlreiche Untersuchungen an isomorphen Mischkrystallen verdanken. G. Wulff[3] zeigte dann, daß man die Retger'schen Formeln übersichtlich folgendermaßen darstellen könne:

$$\omega(m_1+m_2) = m_1\omega_1+m_2\omega_2 \qquad 3)$$

und

$$\delta(\nu_1+\nu_2) = \nu_1\delta_1+\nu_2\delta_2. \qquad 4)$$

Dabei bedeutet ω das spezifische Volum des Mischkrystalles, ω_1 und ω_2 das seiner Komponenten; die Zusammensetzung des Mischkrystalles wird in Gewichtsprozenten m_1 und m_2 der Bestandteile ausgedrückt; $m_1+m_2 = 100$.

Analog sind δ_1 und δ_2 die spezifischen Gewichte der Komponenten, welche den Mischkrystall mit dem spezifischen

[1] Diese Sitzungsberichte, L, 1864, p. 566.

[2] Zeitschr. f. physikal. Chemie, III., IV., V., VII., VIII. Bd.

[3] Zeitschr. f. Krystallogr., 1902, XXXVI, p. 1.

Gewichte δ zusammensetzen; ν_1 und ν_2 sind die Volummengen der Komponenten; $\nu_1+\nu_2 = 100$.

[Diese Ableitung läßt sich leicht mit der von Tschermak in Übereinstimmung bringen; es ist nämlich 3)

$$m_1 = \frac{100mA}{mA+nB}, \quad m_2 = \frac{100nB}{mA+nB}$$

also

$$\omega_1 = \frac{M}{A}, \quad \omega_2 = \frac{N}{B},$$

$$\omega\frac{100(mA+nB)}{mA+nB} = \frac{100mA}{mA+nB}\cdot\frac{M}{A}+\frac{100nB}{mA+nB}\cdot\frac{N}{B}$$

$$\omega = \frac{mABM+nABN}{AB(mA+nB)} = \frac{mM+nN}{mA+nB}.\Big]$$

Formel 3) besagt, die Masse der Mischung $\delta(\nu_1+\nu_2)$ sei gleich der Summe der Massen der sich mischenden Komponenten, Formel 4), das Volum der Mischung sei gleich der Summe der Volumina der Komponenten (G. Wulff).

Retgers schließt ferner aus seinen Untersuchungen, daß in den isomorphen Mischkrystallen die Komponenten in ihrem reinen unveränderten Zustande, also auch mit ihrer wirklichen Dichte vorhanden seien. Dagegen wendet sich Gossner,[1] der die Anschauung vertritt, daß die Komponenten ihre Volumina in der Mischung ausgleichen. Theoretisch besteht zwischen beiden Anschauungen ein wesentlicher Unterschied, praktisch fällt eine Entscheidung schwer; jedenfalls wird aber das additive Verhalten der spezifischen Gewichte, respektive spezifischen Volumina dadurch nicht in Frage gestellt.

Speziell die Skapolithgruppe ist für eine Entscheidung in dieser Frage nicht geeignet, einerseits wegen der nicht genügenden Reinheit der Krystalle, andrerseits wegen der geringen Differenz in den Molekulargewichten der beiden Endglieder:

$$A_{(Me)} = 893\cdot52 \qquad B_{(Ma)} = 848\cdot55$$

Ich gebe nun eine Zusammenstellung der zuverlässigeren[2] älteren Analysen, soweit sie eine Angabe über die Dichte des analysierten Materiales geben, und der wenigen neueren Bestimmungen.

---

[1] L. c.

[2] Auswahl nach Tschermak.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	Cl	SO_3	CO_2	H_2O
1.	42·55	30·89	0·41	21·41	0·83	1·25	0·93	—	—	—	0·19*
2.	43·36	32·09	—	21·45	0·31	1·35	0·76	0·14	—	0·72	0·27
3.	44·26	30·37	—	20·17	0·15	1·15	2·75	—	—	—	0·58*
4.	45·13	29·83	—	18·98	0·13	2·73	1·40	—	—	—	0·41*
5.[1]	46·16	28·05	0·30**	18·50	—	2·91	0·74	0·12	0·10	3·00	0·60
6.	47·47	27·51	—	17·59	1·20	3·05	1·40	—	—	—	1·48*
7.	46·94	25·76	0·64**	16·89	0·52	3·88	0·52	0·68	0·25	4·33	0·84
8.	47·30	25·99	0·32	17·34	0·15	—	—	—	—	—	—
9.	47·09	25·39	0·10	16·62	0·20	—	—	—	—	—	—
10.	47·12	27·33	0·46**	15·94	0·43	3·65	1·15	0·20	—	2·73	0·50
11.	48·34	29·09	—	15·40	—	3·25	—	—	—	—	0·61*
12.	48·79	28·16	0·32	15·02	1·29	4·52	0·54	—	—	—	0·74*
13.	49·26	26·40	0·54	14·44	—	6·14	0·65	—	—	—	0·69*
14.	50·30	25·08	—	14·08	—	5·98	1·01	—	—	—	3·25*
15.	50·91	25·81	0·75	13·34	0·58	7·09	0·85	—	—	—	0·41*
16.	51·09	23·86	0·16	12·40	0·02	—	—	—	—	—	—
17.	52·62	26·42	—	13·11	—	6·62	0·45	0·10	0·79	—	0·43
18.	52·30	23·68	0·58	12·36	0·05	6·29	0·77	—	—	2·63	1·50

19.	52·48	25·56	0·39**	12·44	—	6·52	0·79	1·70	0·58	0·14	0·61
20.	53·24	25·60	—	12·83	—	7·03	0·47	0·12	0·66	—	0·50
21.	52·57	24·24	0·26**	11·57	—	7·19	0·42	1·63	0·90	0·39	0·69
22.	52·65	25·32	0·11**	11·30	0·23	6·64	1·58	2·14	0·14	—	0·42
23.	53·10	23·11	0·27**	10·00	0·04	8·16	0·71	2·14	1·31	2·15	0·49
24.[3]	54·87	25·32	—	11·63	—	3·86	1·50	—	—	—	—
25.	53·97	23·68	—	8·76	1·40	3·55	6·43	—	—	—	0·98*
26.	54·86	22·45	0·49	9·09	—	8·36	1·13	2·41	0·80	—	0·86
27.	54·70	23·80	—	8·77	0·22	9·83	2·14	—	—	—	0·13*
28.	55·5	24·8	—	9·0	—	9·4	0·7	—	—	—	—
29.	56·22	23·05	—	9·44	—	7·68	0·90	—	—	—	2·41*
30.	56·04	23·92	1·14[4]	9·28	0·20	8·66	1·27	—	—	—	—
31.	56·00	22·45	1·04[5]	7·79	0·36	10·07	0·46	—	—	—	1·04*
32.	56·67	19·47	0·20	7·07	0·45	—	—	—	—	—	—
33.	56·69	22·68	—[6]	6·85	0·49	8·65	0·78	—	—	—	4·55
34.	57·59	21·27	0·27**	5·59	0·29	10·48	0·40	3·02	—	1·06	0·76
35.[7]	62·28	21·67	—	4·60	0·30	9·31	1·14	—	—	—	—

[1], [2] Ohne Abrechnung der CO_2.
[3] Dazu 2·15 NaCl.
[4] Dazu 0·14 MnO.
[5] Dazu 0·18 MnO.
[6] Dazu 0·39 MnO.
[7] Nach der Berechnung Tschermak's.
* Glühverlust.
** FeO.

	Dichte	% Ma	Molekular-gewicht
1. Mejonit vom Vesuv, v. Rath (1853)....	2·734–2·737	12	888·2
2. » » » Neminar (1875)..	2·716	14	887·2
3. Ersbyit, Ersby, v. Rath (1871)	2·723	19	885
4. Mejonit, Laach, v. Rath (1868).......	2·769	23	883·2
5. Skap.,[1] Rossie, Sipöcz (1877)........	2·731	26	881·8[1]
6. » Bucks Cty, Leeds (1873)	2·708	31	879·6
7. » Grass Lake, Sperry (1892)....	2·715	31	879·6
8. » » » Himmelb. (1909) .	2·713	31	879·6
9. » Bolton, Himmelbauer (1909) .	2·736	32	879·2
10. » [2] Boxboroux, Becke (1877)......	2·720	33	878·8
11. » Bolton, Petersen (1875)	2·718	37	877
12. » » Wolff (1843).........	2·718	39	876
13. Eckebergit, Hesselkulla, Wolff (1843)..	2·735	41	875·2
14. Skap., Arendal, Damour (1862)	2·68	44	873·8
15. » » Wolff (1846)	2·712	47	872·4
16. » Gulsjö, Himmelbauer (1909)..	2·668	49	871·5
17. » Kupfermine, Damara, Wulf (1887)	2·683	51	870·6
18. » French Creek Pa., Genth (1890)	2·675	51	870·6
19. » Malsjö, Sipöcz (1882)	2·675	52	870·1
20. » Husab, Damara, Wulf (1887) ...	2·682	53	869·7
21. » Arendal, Sipöcz (1882)..	2·676	54	869·2
22. » Gouverneur, Sipöcz (1882)	2·660	55	868·8
23. » Pierrepont, Sperry (1892)......	2·688	58	867·4
24. » Steinhag, Wittstein (1868)	2·69	59	867·0
25. Dipyr, Pouzac, Schulze (1881)	2·613	63	865·2
26. Skap., Ripon, Adams (1879).........	2·654–2·605	64	864·8
27. Mizzonit, Vesuv, v. Rath (1863)	2·623	64	864·8
28. Dipyr, Libarens, Delesse (1844)......	2·646	65	864·3
29. » Pouzac, Damour (1862)........	2·65	66	863·8
30. Skap., Bolton, Hermann (1851)......	2·66	66	863·8
31. Prehnitoid, Solberg, Blomstrand (1854)	2·50	69	862·5
32. Couzeranit, Ariège, Himmelbauer (1909)	2·625	72	861·1
33. Dipyr, Libarens, Pisani (1862)	2·62	72	861·1
34. Skap., Macomb N. Y., Sperry (1892)..	2·601	76	859·3
35. Marialith, Neapel, v. Rath (1866)	2·569[3]	89	853·4

Um den Zusammenhang der Dichte mit dem spezifischen Gewichte, respektive spezifischen Volum übersehen zu können, wurden aus den Analysen die Molekularprozente Mejonit und Marialith berechnet, welche der betreffenden Analyse ent-

[1] Ursprüngliche Analyse ohne Abrechnung des CO_2.

[2] Ursprüngliche Analyse.

[3] Nach der Berechnung Tschermak's.

sprachen. Die Berechnung geschah auf graphischem Wege, indem als Abszissen die Molekularprozente Marialithsubstanz, als Ordinaten die Gewichtsprozente SiO_2, respektive CaO aufgetragen wurden. Die Bestimmung der CaO- und SiO_2-Kurve wurde so vorgenommen, daß für je zehn Molekularprozente Marialithsubstanz die theoretische Zusammensetzung der Mischung berechnet wurde; die einzelnen Punkte wurden durch Gerade verbunden, eine Annäherung, die bei der großen Ähnlichkeit der Kurve mit einer Geraden erlaubt ist.

Die berechnete Zusammensetzung für die 11 Mischungen ist folgende:

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Na_2O	NaCl	Molekulargewicht
Me_{100}	40·56	34·31	25·13	—	—	893·5
Me_{90} Ma_{10} ..	42·80	32·76	22·73	1·05	0·66	889·0
Me_{80} Ma_{20} ..	45·07	31·19	20·31	2·11	1·32	884·5
Me_{70} Ma_{30} ..	47·36	29·61	17·86	3·18	1·99	880·1
Me_{60} Ma_{40} ..	49·67	28·02	15·38	4·26	2·67	875·6
Me_{50} Ma_{50} ..	52·01	26·39	12·89	5·35	3·36	871·0
Me_{40} Ma_{60} ..	54·37	24·77	10·36	6·45	4·05	866·5
Me_{30} Ma_{70} ..	56·75	23·12	7·82	7·56	4·75	862·0
Me_{20} Ma_{80} ..	59·17	21·45	5·23	8·69	5·46	857·6
Me_{10} Ma_{90} ..	61·61	19·77	2·63	9·82	6·17	853·0
Ma_{100}	64·06	18·07	—	10·98	6·89	848·6

Man erhält also vermittels der graphischen Tabelle aus den Zahlen für SiO_2 und CaO zwei Angaben über die chemische Zusammensetzung des Skapolithes; der Mittelwert, auf ganze Prozente abgerundet, gibt mit der überhaupt erreichbaren Genauigkeit die Zusammensetzung an.

In der graphischen Darstellung der Fig. 1, in der als Abszissen die Molekularprozente Ma, als Ordinaten die Molekularvolumina aufgetragen sind, bedeuten:

● ältere Bestimmungen;

◑ Bestimmungen von Adams, F. Becke und Sipöcz;

○ neue Bestimmungen.

Zur Konstruktion der Geraden, welche (angenähert) das Molekularvolum der Mischglieder angeben soll, wurden nur die

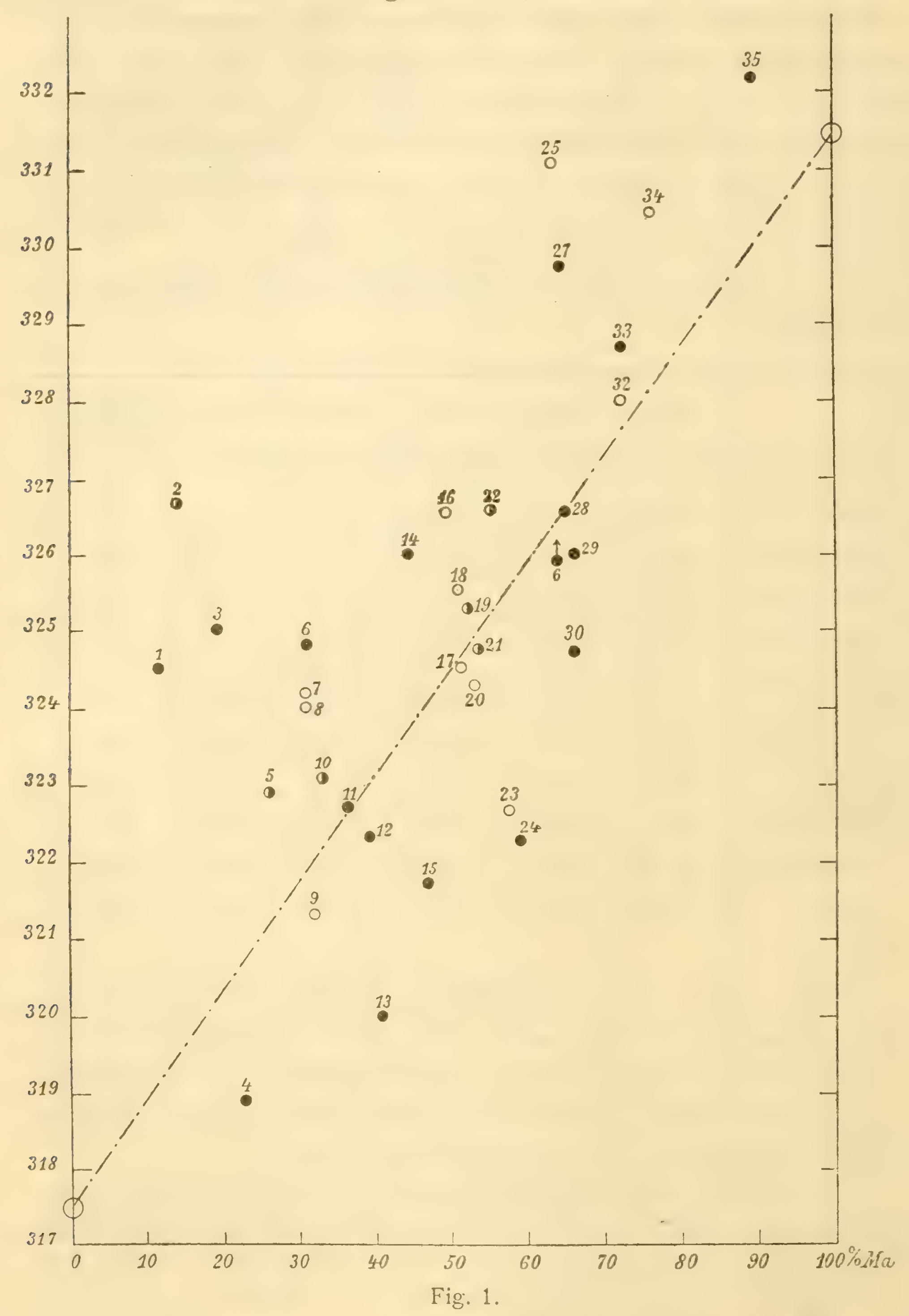


Fig. 1.

neuesten Analysen 7, 8, 9; 16, 17, 18, 20, 23; 32, 34 benutzt. Danach ergibt sich für den reinen Mejonit das Molekularvolum

317·4, für den reinen Marialith das Molekularvolum 331·5, respektive die spezifischen Gewichte 2·815 für Mejonit und 2·560 für Marialith.

Krystallographische Messungen.

Mejonit Vesuv.

Von dem Materiale, das auch zur Analyse verwendet wurde, wurde ein vollkommen klarer Krystall an dem Theodolithgoniometer (System Czapski) gemessen.

Die Reflexe waren fast durchwegs ausgezeichnet und gestatteten immer die Verwendung des Schrauf'schen Kreuzes.

Fläche	φ	ρ	
010	0°	90°	Reflex sehr gut
110	45	89 58'	» » »
210	63 26 1/2'	89 58	» » »
100	90 1 1/2	89 56 1/2	» » »
$0\bar{1}0$	180 1/2	90 1	» » »
$\bar{1}00$	270 1/2	89 58 1/2	» » »
$\bar{1}10$	315 1	90 1/2	» » »
111	44° 57 1/2'	31° 48 1/2'	Reflex matt
$\bar{1}\bar{1}1$	225 2 1/2	31 52	» sehr gut
$\bar{1}11$	314 58 1/2	31 52	» » »

Zur Berechnung des Achsenverhältnisses wurden den beiden letzteren ρ Werten, die viel besseren Reflexen entsprachen, die doppelte Sicherheit gegenüber dem Werte von 111 zugesprochen. Es ist also $\rho = 31° 51'$ und $a:c = 1:0·4394$.

Skapolith Grass Lake.

Ein Teil des zur Analyse verwendeten großen Krystalles sowie einige mitvorkommende kleinere Krystalle dienten zur Messung. Die Kanten sind gerundet, die Flächen sehen alle mehr minder geflossen aus; die Reflexe waren matt, so daß für sie fast immer nur das Punktsignal verwendet werden konnte.

Fläche	φ	ρ	
		1.	
010	0°	90°	Spaltfläche, Reflex gut
100	90 $^1/_2$'	90	» » »
$1\bar{1}0$	134 49	90	» matt[1]
$0\bar{1}0$	179 55$^1/_2$	90	» »
$\bar{1}00$	269 52$^1/_2$	90	» ziemlich gut
$1\bar{1}1$	135° 7$^1/_2$'	32° 1'	Reflex gut
$\bar{1}\bar{1}1$	224 56$^1/_2$	31 54$^1/_2$	» undeutlich
$1\bar{3}1$	161 49$^1/_2$	54 29	» »
$\bar{1}\bar{3}1$	198 19$^1/_2$	54 16	» ziemlich gut
		2.	
010	0°	90°	Reflex gut
110	44 39'	90	» ziemlich gut
111	44° 21$^1/_2$'	31° 49'	Reflex gut (Schrauf'sches Kreuz)
		3.	
010	0°	90°	Reflex gut
120	26 33$^1/_2$'	90	» ziemlich gut
110	44 32$^1/_2$	90	» gut
$0\bar{1}0$	179 53$^1/_2$	90	Spaltfläche, Reflex schlecht
$\bar{1}00$	269 42$^1/_2$	90	» » »
111	44° 57$^1/_2$'	31° 55'	Reflex gut
		4.	
010	0°	90°	Spaltfläche, Reflex gut
100	89 54'	90	» »
$0\bar{1}0$	179 54	90	Reflex sehr schlecht
$\bar{1}00$	269 56	90° 22'	» ziemlich gut
$\bar{1}\bar{1}1$	225° 2'	32° 0'	Reflex ziemlich gut
$\bar{3}\bar{1}1$	251 51	53 44	» schlecht
$\bar{1}\bar{3}1$	197 57$^1/_2$	54 32$^1/_2$	» ziemlich gut

[1] Infolge der schlechten Beschaffenheit dieser Reflexe mußte hier (und bei den folgenden Messungen in der Prismenzone) auf eine genauere Einstellung des Winkels ρ verzichtet werden.

Unter Berücksichtigung der verschiedenen Güte der einzelnen Reflexe ergibt sich

für (111) $\rho = 31° 56'$
für (131) $\rho = 54° 16^1/_2'$

(Der zugehörige Wert für φ beträgt theoretisch 18° 26'.)

Aus dem Werte für (111) $\rho = 31° 56'$ ergibt sich das Achsenverhältnis 1 : 0·4407 und für die Fläche (131) $\rho = 54° 20^1/_2'$.

Skapolith Arendal.

M. Schuster[1] erhielt für den Skapolith von Arendal einen auffallend niedrigen Wert des Winkels 111 : $1\bar{1}1$.

Ich habe an den zwei vorhandenen Krystallen (1) und (2), die Schuster für seine Messungen benutzt hatte, die Messung mittels des Theodolitgoniometers wiederholt; die Krystalle sind höchst wahrscheinlich von derselben Stufe herrührend, von der Sipöcz sein Analysenmaterial nahm; aus dem übriggebliebenen Teile des letzteren gelang es mir noch, einen brauchbaren Krystall ausfindig zu machen (3). Die Krystalle sind ungefähr 1 *mm* dick, 3 bis 5 *mm* lang.

(Alle Messungen mit Schrauf'schem Signal.)

Fläche	φ	ρ	
		1	
010	0°	90°	Reflex gut
110	45 30½'	90	» sehr gut
$\bar{1}10$	224 48	90	» »
111	45° 15'	31° 49'	Reflex gut
$\bar{1}11$	224 57½	31 58½	» sehr gut

[1] Angabe bei Tschermak, Die Skapolithreihe, l. c.

Fläche	φ	ρ	
		2	
110	45°	90°	Reflex sehr gut
1$\bar{1}$0	135 0'	90	» »
$\bar{1}\bar{1}$0	224 58	90	» schlecht
$\bar{1}$10	314 57	90	» ziemlich gut
111	0 14½'	31° 57'	Reflex gut
		3	
110	45°	90°	Reflex gut
0$\bar{1}$0	179 53'	90	» »
$\bar{1}\bar{1}$1	224° 49½'	32° 9'	Reflex matt
111 Viz.	135 31	35 21	» gut

Bei Krystall (3) tritt an Stelle der Fläche 1$\bar{1}$1 eine Vizinalfläche mit einem deutlichen Reflex; beim Abblenden desselben bemerkt man aber, daß an dem Orte der eigentlichen 1$\bar{1}$1-Fläche ein sehr matter Reflex ist, dessen ρ ungefähr 32° 5′ beträgt. Bei $\bar{1}\bar{1}$1 wiederholt sich die Sache, nur ist hier der Reflex der eigentlichen Fläche sehr stark, der der vizinalen sehr matt, so daß er gar nicht genau eingestellt werden kann. Es scheint demnach, daß hier so wie bei einzelnen anderen Gliedern der Skapolithreihe Neigung zur Bildung von Vizinalflächen besteht.

Für den Mittelwert des Winkels ρ für (111) erhält man ρ = 31° 57′ und daraus das Achsenverhältnis 1 : 1·4410.

Marialith Pianura.

Unter den zahlreichen Marialithkryställchen, die geprüft wurden, waren nur zwei (1) und (2) für eine krystallographische Bestimmung der Pyramidenflächen geeignet; alle übrigen waren an ihren Enden ganz unregelmäßig begrenzt; an einem Krystall

wurde das Auftreten der Endfläche konstatiert. Die Kleinheit der Krystalle und die schlechten Reflexe machten jedoch eine Messung mit dem Theodolitgoniometer, wenigstens in der Czapski'schen Konstruktion, unmöglich; nach einigen vergeblichen Versuchen kehrte ich daher wieder zum einkreisigen Goniometer (Fueß II) zurück.

Die Resultate der Messung sind:

1.

$010_I : 010_{II}$	= 0° 46½'	45° 22' (Summe)			
$010_{II} : 110$	= 44 35½				
$110 : 100$	= 44 19½				
$100 : 1\bar{1}0$	= 47 17½				
$1\bar{1}0 : \bar{1}00$	= 134 16				
$100 : \bar{1}00_{II}$	= 4 24	43° 59' (Summe)			
$\bar{1}00_{II} : \bar{1}10_I$	= 38 41				
$\bar{1}10_I : \bar{1}10_{II}$	= 0 54				
$010_I : 111_I$	= 67 34½	69° 0½' (Summe)	$010_{II} : 111_I$	= 67° 16½' [1]	68° 41½' (Summe)
$111_I : 111_{II}$	= 1 26		$111_I : 111_{II}$	= 1 25	
$110 : 111_I$	= 57 18½				
$110 : 111_{II}$	= 58 18½				
$100 : 111_{II}$	= 67 11½				
$111_{II} : \bar{1}11$	= 44 23½		$111_I : \bar{1}11$	= 43 10½	
$\bar{1}11 : \bar{1}00$	= 67 37				
$010_I : \bar{1}\bar{1}1$	= 67 54½		$010_{II} : \bar{1}11$	= 68 12½	
$\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$	= 44 18				
$\bar{1}\bar{1}1 : 0\bar{1}0$	= 67 55 [2]				

Von den Reflexen der Prismenzone sind die von 010_I, 110, $\bar{1}10_I$ und $\bar{1}10_{II}$ halbwegs gut, alle übrigen sehr lichtschwach und undeutlich, wie es ja bei der Kleinheit des Krystalles und der schlechten Beschaffenheit der Flächen (grobe Riefung nach der Prismenzone) zu erwarten war. Von den Pyramidenflächen sind $\bar{1}10$ und 111_{II} etwas deutlicher, 111_I undeutlich, $\bar{1}\bar{1}1$ sehr schlecht.

---

[1] 111_I etwas oberhalb der Zone $010_{II} : 111_{II}$.

[2] Die Fläche $0\bar{1}0$ ist durch ein ganzes Band von Reflexen (nach der Prismenzone) ersetzt. Es wurde der Schnittpunkt dieses Reflexzuges mit der eingestellten Zone $010_I : \bar{1}11$ als Ort der Fläche $0\bar{1}0$ genommen.

Für die Flächen 111_{I}, 111_{II}, $\bar{1}11$ und $\bar{1}\bar{1}1$ wurden aus den Messungen die Winkel zur Endfläche (Winkel ρ) berechnet; die Rechnung ergab:

$$\rho(111_{I}) = 32°\ 41'\ ^{1}$$
$$\rho(111_{II}) = 31\ \ 40$$
$$\rho(\bar{1}11) = 31\ \ 44^{1}/_{2}$$
$$\rho(\bar{1}\bar{1}1) = 31\ \ 49$$

2.

010	: 110_{I}	=	43° $18^{1}/_{2}$'	44° 17'
110_{I}	: 110_{II}	=	0 $58^{1}/_{2}$	
110_{II}	: 100_{I}	=	41 42	46 $5^{1}/_{2}$
100_{I}	: 100_{II}	=	2 $11^{1}/_{2}$	
100_{II}	: 100_{III}	=	2 12	
100_{III}	: $1\bar{1}0_{I}$	=	14 33	
$1\bar{1}0_{I}$	: $1\bar{1}0_{II}$	=	4 27	
$1\bar{1}0_{II}$	: $1\bar{1}0_{III}$	=	5 28	
$1\bar{1}0$	: $0\bar{1}0$	=	34 $44^{1}/_{2}$	
010	: $111_{I,II}$	=	68 $5^{1}/_{2}$	
$111_{I,II}$	: $0\bar{1}0$	=	111 24	
100_{III}	: 111_{I}	=	67 $34^{1}/_{2}$	
111_{I}	: 111_{II}	=	0 10	

Von den Flächen der Prismenzone geben 010, 110_{II} und 100_{III} gute Reflexe. 111_{I} ist etwas deutlicher als 111_{II}.

Eine analoge Berechnung wie oben gibt:

$$\rho(111_{I}) = 32°\ 22'$$
$$\rho(111_{II}) = 32\ \ 15$$

Die Schwankungen in dem Werte des ρ sind also sehr beträchtliche. Nimmt man an, daß die einzelnen 111-Flächen, wenn sie in der Mehrzahl und in verschiedenen Positionen auftreten, vizinale zur wirklichen 111-Fläche sind und um letztere annähernd gleichmäßig verteilt sind, so wird man bei Krystall (1), wo zwei vizinale Flächen nebeneinander auftreten, das arithmetische Mittel der beiden ρ für die wirkliche (1) in

[1] Berechnet aus der Höhe des sphärischen Dreieckes 010_{I} 110 111_{I}.

Anspruch nehmen dürfen; es wäre also für (1) $\rho(111) =$ $= 32° 10^1/_2'$, für (2), wo nur einzelne Flächen auftreten, ist $\rho = 32° 18^1/_2'$, also als Mittel $32° 14^1/_2'$.

Für diesen Wert berechnet sich das Achsenverhältnis 1 : 0·4460.

Die obige Annahme vermeidet auch den sich sonst aufdrängenden Schluß, daß die Winkelwerte der Zwischenglieder teilweise außerhalb der der Endglieder liegen.

Möglich, daß die wenigen isomorphen Mischungen, bei denen bisher ein solches Verhalten festgestellt wurde, sich analog erklären lassen.

Von älteren krystallographischen Angaben seien folgende hier erwähnt:

Mejonit Vesuv 1, Mohs	111 : 1$\bar{1}$1 =	43° 53';		$a:c = 1:0·4401$
„ 2, Scacchi		43 49	}	$a:c = 1:0·4393$
3, Kokscharow		43 49	}	
4, Rammelsberg		43 48 ;		$a:c = 1:0·4390$
5. Mejonit Laach, v. Rath		44 2 ;		$a:c = 1:0·4420$
6. Paralogit, Kokscharow		43 46 (?);		$a:c = 1:0·4386$
7. Skapolith Arendal, Schuster		43 45 ;		$a:c = 1:0·4384$
8. Mizzonit Vesuv, Scacchi		44 4	}	$a:c = 1:0·4424$
9. Kokscharow		44 2	}	
10. P. Franco	010 : 111 =	67 57 ;		$a:c = 1:0·4430$
11. Dipyr Canaan, Conn. Arzruni	111 : $\bar{1}\bar{1}$1 =	63 49 ;		$a:c = 1:0·4403$
12. Dipyr Descloizeaux	111 : 1$\bar{1}$1 =	43 30 (?);		$a:c = 1:0·4351$

1 bis 4 gehören Skapolithen an, die nach den vorhandenen Analysen 4 bis 14% Ma enthalten; als Mittelwert wurde 9% Ma genommen.

Von 5, Mejonit von Laach, liegt eine Analyse v. Rath's, allerdings an einem anderen Materiale, vor, der zufolge dieser Skapolith 23% Ma enthält.

7 entspricht einem Skapolith von 54% Ma.

8 bis 10 entsprechen nach der Analyse v. Rath's am Mizzonit 64% Ma.

12, Dipyr, schwankt zwischen 65 und 72% Ma.

Dazu kommen noch meine Bestimmungen:

13. Mejonit Vesuv	$a:c=$	1 : 0·4394	4% Ma
14. Skapolith Grass Lake		1 : 0·4407	31
15. » Arendal		1 : 0·4410	54
16. Marialith Pianura		1 : 0·4460	85

Von diesen ist der Marialith sowohl bezüglich seiner Zusammensetzung als auch seines Achsenverhältnisses als unsicher zu betrachten.

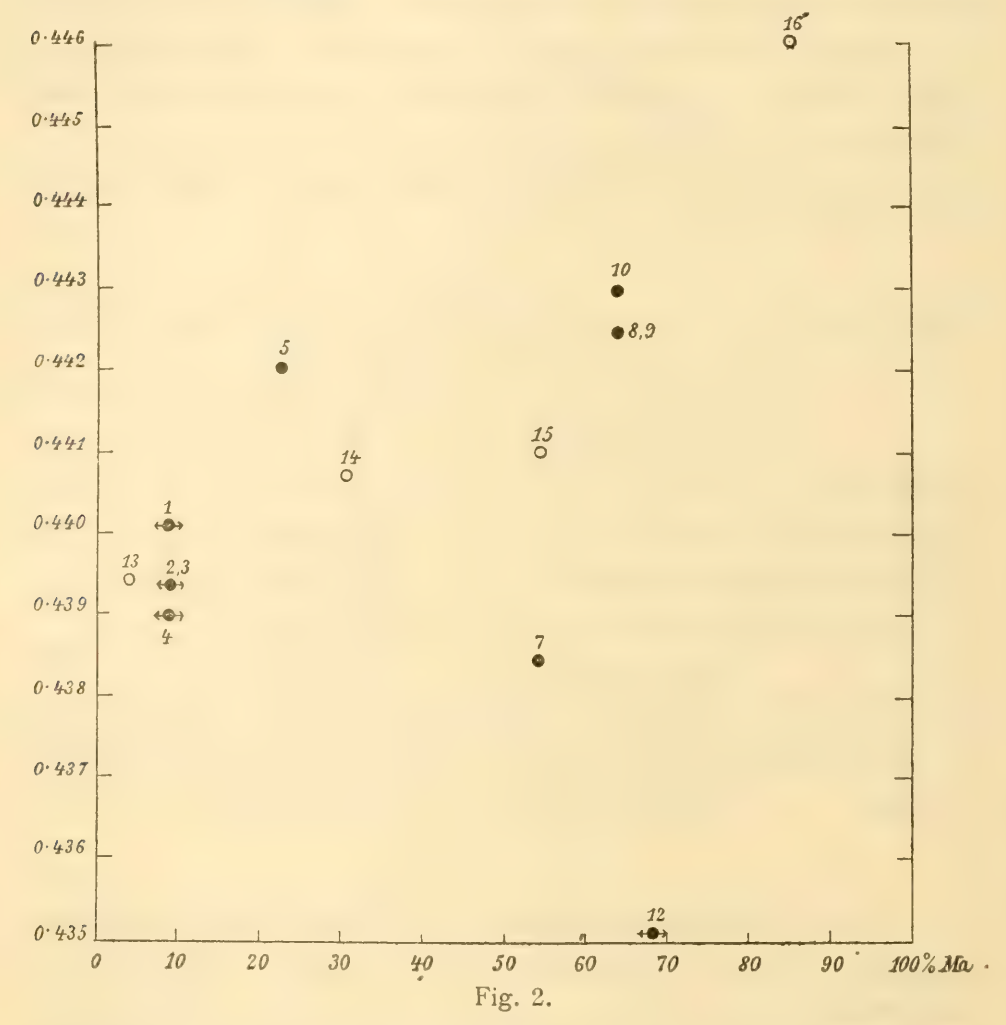


Fig. 2.

In Fig. 2 sind für die Skapolithe 1 bis 5, 7 bis 10 und 12 bis 16 als Ordinaten die Molekularprozente Ma, als Abszissen die Werte für den Parameter der *c*-Achse aufgetragen. Stark abweichende Werte liefern insbesondere 5, 12; etwas größer ist auch die Abweichung bei 16, doch lege ich, wie oben bemerkt, dieser Bestimmung nicht dieselbe Bedeutung bei wie den übrigen von mir ausgeführten.

Eine bessere Übersicht über die Verhältnisse, insbesondere durch die Befreiung von der Willkürlichkeit, die in der Wahl des Parameters $a = 1$ liegt, geben die topischen Parameter, die von F. Becke[1] und E. Muthmann[2] in die Wissenschaft eingeführt wurden. Sie stellen die auf das Molekularvolum bezogenen Parameter vor.

Bedeuten Γ das Molekularvolum (Äquivalentvolum Muthmann), χ und ω die den Parametern a und c entsprechenden topischen Parameter (Seite des basalen Quadrates und Höhe des Elementarparallelepipedes), so ist

$$\chi^2\omega = \Gamma,$$

$$\frac{\omega}{\chi} = c,$$

daher

$$\chi = \sqrt[3]{\frac{\Gamma}{c}},$$

$$\omega = c\sqrt[3]{\frac{\Gamma}{c}} = \sqrt[3]{\Gamma c^2}.$$

Es berechnen sich also die topischen Parameter für

Nr.	% Ma	χ	ω
13	4	8·978	3·945
1	9	8·980	3·952
2, 3	9	8·985	3·947
4	9	8·988	3·945
5	23	8·985	3·971
14	31	9·005	3·968
15	54	9·033	3·984
7	54	9·050	3·968
8, 9	64	9·036	3·998
10	64	9·032	4·010
16	85	9·039	4·031

[1] Anzeiger der k. Akademie der Wissensch. Wien, 1893, XXX, p. 204.

[2] Zeitschr. f. Krystallogr., 1894, XXII, p. 497.

Nr. 6 und 12 erschienen mir zu unsicher, Nr. 11 hatte keine Analyse; diese Werte wurden daher nicht berücksichtigt.

Die graphische Darstellung Fig. 3 (χ oben, ω unten) zeigt wieder, daß der Wert M. Schuster's stark herausfällt; nicht gut ist auch der Wert für den Marialith. Als erste Annäherung für die topischen Parameter der Mischglieder wurden wieder zwei Gerade konstruiert (durch den Punkt 1 und den Schwerpunkt von 8, 9, 10, da mir diese Werte als die sichersten erscheinen). Daraus ergibt sich

für Mejonit .... $\chi = 8 \cdot 974$ $\omega = 3 \cdot 941$
» Marialith .... $\chi = 9 \cdot 067$ $\omega = 4 \cdot 040$

und das Achsenverhältnis

für Mejonit .... $a : c = 1 : 0 \cdot 4392$
» Marialith .... $a : c = 1 : 0 \cdot 4456$

Als interessante Erscheinung ergibt sich eine annähernd gleichmäßige Vergrößerung sowohl von χ als auch von ω mit steigendem Marialithgehalte.

Brechungsquotienten.

Daß auch die optischen Eigenschaften isomorpher Mischungen ein additives Verhalten zeigen, wurde zuerst von M. Schuster[1] an den Auslöschungsschiefen der Plagioklase gezeigt. Speziell das Verhalten der Brechungsquotienten war Gegenstand eingehender Untersuchungen Dufet's, Mallard's und Wyrouboff's.

H. Dufet[1] zeigte, daß der Brechungsquotient N eines Mischkrystalles sich aus den Brechungsquotienten n und n' der Endglieder und aus der Anzahl der Molekel einer jeden Komponente K und K' (wobei $K+K' = 1$) berechnen lasse. $N = Kn+K'n'$.

---

[1] Tschermak's Min. und petrogr. Mitt., 1880, III, p. 117; 1882, V, p. 189.

[2] Compt. rend., 1878, LXXXVI, p. 880; Bull. soc. min. d. Fr., 1880, III, p. 180; Compt. rend., 1884, IC, p. 990.

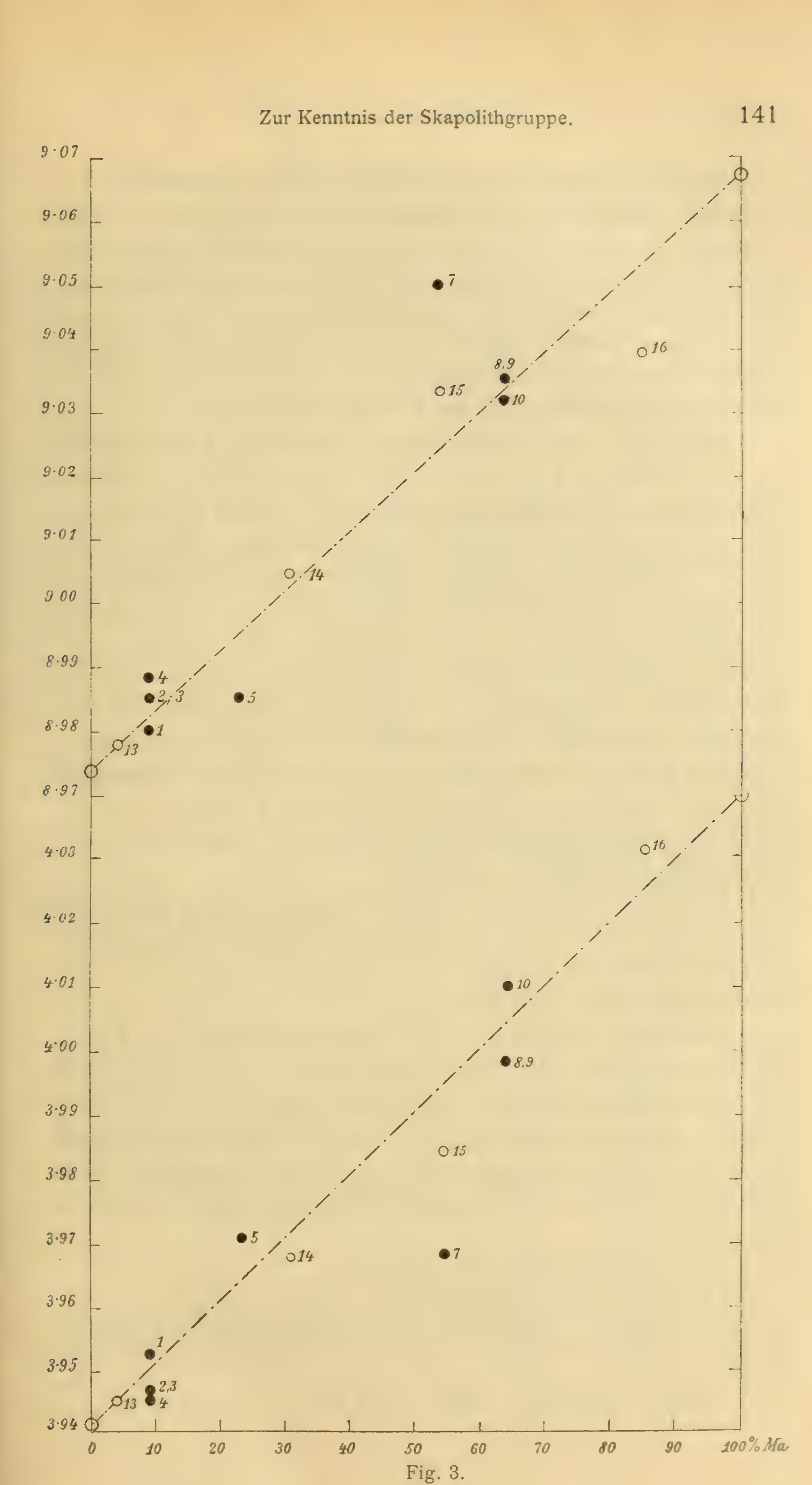

9·07
9·06
9·05
9·04
9·03
9·02
9·01
9·00
8·99
8·98
8·97
4·03
4·02
4·01
4·00
3·99
3·98
3·97
3·96
3·95
3·94
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100% Ma
1
2,3
4
5
7
8,9
10
13
14
15
16

Fig. 3.

Diese aus der Gladston'schen Formel abgeleitete Beziehung, die jeden Brechungsquotienten als geradlinige Funktion der Brechungsquotienten der Endglieder erscheinen läßt, hat zur Voraussetzung, daß die Molekularvolumina der letzteren gleich seien, eine Voraussetzung, die nicht immer mit der nötigen Annäherung zutrifft; doch stimmen die meisten Untersuchungen von Dufet, Lavenir, Fock, Wyrouboff an künstlichen Krystallen mit der Formel ziemlich gut.

Bezüglich der Vorstellungen E. Mallard's, wenigstens in ihrer späteren Form,[1] die den Mischkrystall aus dünnen Lamellen der Endglieder aufgebaut denkt, zeigte F. Pockels,[2] daß sie eine strenge Behandlung des Problems, aus dem optischen Verhalten der Endglieder das des Mischungsgliedes vorauszurechnen, überhaupt nicht zulassen, da man mit den Fresnel'schen Gesetzen in Widerspruch gerät. Macht man jedoch einige vereinfachende Annahmen, dann nähert sich die Mallard'sche Ableitung der von Dufet so sehr, daß die vorhandenen Messungen nicht erlauben, sich zugunsten einer der beiden Theorien zu entscheiden. Die Mallard'sche Vorstellung von der Verwachsung parallel orientierter Lamellen der unveränderten Endglieder wird übrigens speziell von den Chemikern als unhaltbar hingestellt.[3]

G. Wulff[4] folgert aus seinen Untersuchungen, daß »man optisch einen Mischkrystall in keiner Weise als eine einfache Aneinanderstellung der Teilchen der ihn bildenden Mischungskomponenten auffassen kann«.

Jedenfalls können wir, auch wenn wir Wulff's Untersuchungen vollkommen berücksichtigen, die Formel Dufet's als eine Annäherungsformel betrachten, zumal wenn die Unterschiede im Molekularvolum der beiden Komponenten gering sind, es also wenig ausmacht, ob Molekularprozente oder Volumprozente als Abszissen der Darstellung gewählt werden.

---

[1] Ann. des min. (7), XIX, 1881, p. 257.

[2] N. Jahrb. f. Min. etc., VIII. Beil. Bd., p. 117.

[3] F. W. Küster, Zeitschr. f. phys. Chemie, XVI, p. 525; G. Bodländer, N. Jahrb. f. Min. etc., XII. Beil. Bd., p. 52; W. Nernst, Physikal. Chemie, V. Aufl., p. 127.

[4] Zeitschr. f. Krystallogr., 1907, XLII, p. 558.

Was speziell die Skapolithgruppe betrifft, so bemerkt A. Wülfing in der Mikroskopischen Physiographie der gesteinsbildenden Mineralien, I/2, über diese Minerale: »... Leider fehlt es an dem strengen Nachweis ihres (optischen) Zusammenhanges mit der chemischen Konstitution, da an einer und derselben Lokalität nachweislich verschiedene Mischungsverhältnisse von Ma und Me vorkommen; immerhin ist die ausgesprochene Gesetzmäßigkeit wohl erkennbar.« Er gibt als Beweis dafür folgende Bestimmungen an:

		ω	ε	$\omega_{Na}-\varepsilon_{Na}$	
a) Dipyr Pouzac,	Na	1·5545	1·5417	0·0128	G. Lattermann
b) Mizzonit Vesuv	Li	1·5549	1·5404	(0·0145)	
	Na	1·5580	1·5434	0·0146	E. A. Wülfing
	Tl.....	1·5611	1·5463	(0·0148)	
c) Mejonit »	Na	1·563	1·545	0·018	P. Franco
d) » »	Na	1·5657	1·5459	0·0189 19°	Kohlrausch
		1·5649	1·5454	0·0195 22°	
e) Skapolith Arendal,	Na	1·5697	1·5485	0·0212	Zimanyi
f) Wernerit »	Eosin ..	1·5863	1·5622	(0·0241)	
	Na	1·5894	1·5548	0·0346	E. A. Wülfing
g) Mejonit Vesuv,	Na	1·597 bis 1·594	1·561 bis 1·558	0·036	Des Cloizeau

Eine weitere Serie älterer Angaben entnehme ich aus A. Lacroix, Contributions à l'étude des gneis à pyroxène et des roches à wernérite, Paris 1889 (Extr. de Bull. de la Soc. Fr. de Min.). Alle Werte gelten für Na-Licht.

	ω	ε	$\omega-\varepsilon$
h) Skapolith Hallesta (Schweden)	1·584 [1]	1·557	0·037
i) » Christiansand	1·592	1·555	0·037
k) Mejonit Somma	1·594	1·558	0·036
l) Nuttalit Bolton, Mass.	1·588	1·552	0·036
m) Skapolith Malsjö, Schweden	1·588	1·553	0·035
n) Nuttalit Bolton	1·583	1·552	0·031
o) Glaukolith Baikal	1·581	1·551	0·030
p) Skapolith Laurinkari, Schweden........	1·583	1·553	0·030
q) » Arendal	1·583	1·554	0·029
r) » Ersby.....................	1·570	1·547	0·023
s) » Arendal (Des Cloizeau)....	1·566	1·545	0·021
t) » Pargas, Finnland	1·577 [1]	1·550	0·017
u) Dipyr Pyreneen (D. Cl.)	1·558	1·543	0·015
v) » Pierrepont	1·562	1·546	0·016

[1] Druckfehler?

In der Tabelle Fig. 5, p. 154 wurden außer den eigenen Messungen von den obigen Angaben eingetragen:

Mejonit	4—14%	Mittel 9% Ma	*c), d), g)[k)]*
Skapolith Ersby	19	19	*r)*
Nuttalit Bolton	32—39	35	*l), n)*
Skapolith Arendal	44—54	49	*e), f), q), s)*
» Malsjö	52	52	*m)*
» Pierrepont	58	58	*v)*
Mizzonit	64	64	*b)*
Dipyr Pyreneen	63—72	67	*a), u)*

Für meine eigenen Messungen wählte ich solche analysierte Skapolithe, die vollkommen durchsichtig waren und in ihrer chemischen Zusammensetzung möglichst gleichmäßig über den ganzen Mischungsbereich Me bis Ma verteilt waren. Es waren dies

1. Mejonit vom Vesuv	4% Ma
2. Skapolith von Grass Lake	31
3. » » Bolton	32
4. » » Arendal	54
5. » » Gouverneur	55
6. Couzeranit von Ariége	72
7. Marialith von Pianura	85

Zur Bestimmung der Brechungsquotienten wurden aus den Skapolithen Prismen geschliffen, deren brechende Kante parallel der Hauptachse sein sollte; die Ausführung dieser Aufgabe geschah durch die Firma Voigt & Hochgesang (Göttingen) in musterhafter Weise, besonders wenn man die Kleinheit mancher Krystalle (Marialith, Skapolith von Arendal) berücksichtigt. Behufs Kontrolle der Messung wurden die übrigen natürlichen Flächen möglichst erhalten, ferner wurden noch künstliche Flächen durch Spalten hergestellt. Vom Mejonit wurden zwei Prismen hergestellt; beide zeigten Störungen im Innern, die an einem Prisma *b* näher verfolgt werden konnten. Von dem Skapolith von Gouverneur wurden ebenfalls zwei Prismen hergestellt, da das eine, 5*a*, eine nicht vollkommen planparallele Fläche hatte; doch konnte ich den Fehler fast ganz beseitigen, indem ich die ganze Fläche mit Ausnahme eines schmalen Streifens unmittelbar an der Kante des Prismas

durch Tusche schwärzte. Immerhin ist der Wert für 5*b* als sicherer zu betrachten als der für 5*a*.

Die Korrekturmessungen wegen der Abweichung der Prismen von ihrer richtigen Lage und die Berechnungen des Fehlers folgen am Schlusse dieses Abschnittes. Vorausgreifend sei hier nur angeführt, daß dieser Fehler 0·00005 nicht übersteigt, also vernachlässigt werden kann.

Es war von Interesse, das Verhalten der Brechungsquotienten bei verschiedenem Lichte zu studieren. Zu diesem Zwecke wurde ein Wülfing'scher Spektralapparat (Fueß) benutzt. Die Beschreibung dieses Apparates findet sich in Leiß, Optische Instrumente der Firma F. Fueß. Zur Auswertung der Trommel wurden Spektrallinien des Sonnenspektrums und einige deutliche Linien von Na, K, Li, Ca, Sr eingestellt. Die Trommelstellungen betrugen:

12·65	für	Linie	B	des		Sonnenspektrums	mit	$\lambda = 686·7$ μμ
12·36	»	»	C	»		»	»	$\lambda = 656·3$
11·60	»	»	D	»		»	»	$\lambda = 589$
10·41	»	»	E	»		»	»	$\lambda = 527$
10·17	»	»	b_1	»		»	»	$\lambda = 518$
10·13	»	»	b_4	»		»	»	$\lambda = 517$
9·13	»	»	F	»		»	»	$\lambda = 486·1$
6·07	»	»	G	»		»	»	$\lambda = 430·8$
13·15	»	die rote		Linie		im K-Spektrum	»	$\lambda = 766·9$
12·52	»	»	»	»	(α)	» Li- »	»	$\lambda = 670·8$
11·60	»	» gelbe		»		» Na- »	»	$\lambda = 589$
11·03	»	» grüne		»		» Ca- »	»	$\lambda = 558·8$
7·97	»	» blaue		»	(δ)	» Sr- »	»	$\lambda = 460·7$

Mit diesen Werten wurde eine Kurve konstruiert, indem als Abszissen die Wellenlängen der betreffenden Spektrallinien, als Ordinaten die zugehörigen Trommelstellungen aufgetragen wurden.

Für meine Untersuchungen benutzte ich Licht mit den Wellenlängen 700, 650, 600, 550, 500, 450, entsprechend den Trommelstellungen 12·73, 12·295, 11·73, 10·825, 9·575, 7·28.

Über 700 $\mu\mu$ hinaus wird das Licht sehr schwach, so daß es für meine Untersuchung unbrauchbar ist; dasselbe gilt für den violetten Teil des Spektrums ungefähr von $\lambda = 420\ \mu\mu$ an.

$\lambda = 700\ \mu\mu$ entspricht einem dunklen Rot,
$\lambda = 650\ \mu\mu$ » » Rot mit deutlich gelbem Stich,
$\lambda = 600\ \mu\mu$ » » Orangegelb (fast identisch mit dem Gelb des Natriums),
$\lambda = 560\ \mu\mu$ » » Grün,
$\lambda = 500\ \mu\mu$ » » Blaugrün,
$\lambda = 450\ \mu\mu$ » » Blauviolett.

Die Messung wurde an einem Fueß'schen Goniometer Nr. II, das Ablesung von $^1/_4{}'$ gestattet, ausgeführt; vergrößerndes Beobachtungsfernrohr (β). Als Lichtquelle diente eine elektrische Bogenlampe. Für jede Farbe wurden je 10 Ablesungen auf der einen und auf der zweiten Seite des Prismas gemacht; man erhält so in viel genauerer Weise den doppelten Winkel der Minimalablenkung, als wenn man ein- für allemal die Normalstellung der Prismenhalbierungsebene und damit den einfachen Winkel der Minimalablenkung bestimmt. Die Temperatur war infolge der Verwendung der Bogenlampe nicht ganz konstant zu erhalten; sie schwankte zwischen $22^1/_2$ und $24^1/_2$° C.

Die Resultate der Messungen sind:

1*a*. Mejonit Vesuv.

Winkel des Prismas $A = 59° 57' 44''$ $(+^3/_4{}', -^1/_4{}')$.[1]

	Winkel der Minimalablenkung für den ordentlichen Strahl	Winkel der Minimalablenkung für den außerordentlichen Strahl
$\lambda = 700\ \mu\mu$ (rot)	44° 27′ 16″ $(+^5/_4{}', -^3/_4{}')$	41° 39′ 20″ $(+^4/_4{}', -^3/_4{}')$
650 (rotgelb) ..	44 37 6 $(^5/_4\ \ ^3/_4)$	41 47 30 $(^5/_4\ \ ^5/_4)$
600 (gelb)	44 48 59 $(^4/_4\ \ ^2/_4)$	41 57 48 $(^2/_4\ \ ^1/_4)$
550 (grün)	45 6 17 $(^3/_4\ \ ^2/_4)$	42 13 4 $(^2/_4\ \ ^1/_4)$
500 (blaugrün) .	45 26 6 $(^3/_4\ \ ^1/_4)$	42 30 13 $(^4/_4\ \ ^2/_4)$
450 (blauviolett)	45 52 55 $(^3/_4\ \ ^4/_4)$	42 53 25 $(^3/_4\ \ ^5/_4)$

[1] In der Klammer ist die stärkste Abweichung von dem Mittelwert angegeben (10 Ablesungen).

Eine Fläche des Prismas gab einen etwas undeutlicheren Reflex. Die durch Brechung erhaltenen Signale zeigten deutlich eine Störung im Innern des Krystalles an, indem statt eines Bildes immer deren vier bis fünf, allerdings mit ungleicher Helligkeit, auftraten. Die, welche dem außerordentlichen Strahl entsprachen, waren dicht nebeneinander angeordnet, die des ordentlichen Strahles etwas weiter voneinander entfernt. Durch Abblendung bis auf eine Partie des Kopfes (Schwärzung der übrigen Stellen mit Tusche) konnte ich jedoch ziemlich gute Signale erhalten.

1*b*. Mejonit Vesuv.

$A = 29° 51' 4''$ ($+^1/_4{}'$, $-^1/_4{}'$).

1. Kern des Krystalles.

λ									
λ = 700 μμ	(rot)	18° 21' 36"	(+4/4',	−2/4')	17° 18' 10"	(+2/4',	−2/4')
650	(rotgelb) ..	18 24 46	(5/4	2/4)	17 20 45	(2/4	2/4)
600	(gelb)	18 29 19	(3/4	2/4)	17 24 49	(3/4	2/4)
550	(grün)	18 35 24	(2/4	2/4)	17 30 10	(2/4	2/4)
550	(blaugrün) .	18 42 29	(4/4	6/4)	17 36 34	(2/4	4/4)
450	(blauviolett)	18 50 38	(5/4	3/4)	17 44 17	(3/4	3/4)

2. Hülle des Krystalles.

λ							
λ = 700 μμ	(rot)	18° 11' 8"	(+4/4',	−5/4')	17° 14' 1"	(+2/4',	−1/4')
650	(rotgelb) ...	18 14 39	(2/4	4/4)	17 16 32	(2/4	1/4)
600	(gelb)	18 18 38	(3/4	2/4)	17 20 35	(2/4	2/4)
550	(grün)	18 24 2	(5/4	2/4)	17 25 42	(3/4	3/4)
500	(blaugrün) .	18 30 44	(6/4	3/4)	17 31 55	(2/4	2/4)
450	(blauviolett)	18 39 40	(3/4	2/4)	17 39 38	(3/4	2/4)

Die Flächen des Prismas waren vollkommen eben und glatt. Die Reflexe bei der Brechung waren zunächst wieder mehrfach vorhanden; bei Vorschaltung der Vorschlagslupe bei einer Stellung des Beobachtungsfernrohres, wo die Reflexe im Gesichtsfeld erschienen, zeigte sich der hell aufleuchtende Krystall aus einer zentralen Partie und aus mehreren Hüllen,

die sich parallel um diesen Kern anordneten, aufgebaut; diese Hüllen waren am Kopfe viel breiter als an der Seite der Prismenkante; jede Hülle hob sich durch eine scharfe Kontur von den benachbarten ab. Fig. 4.

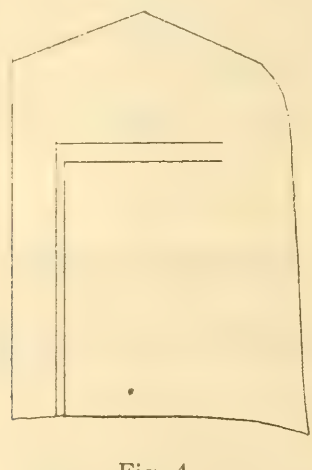


Fig. 4.

Durch Abblendung gelang es nun, den Kern und die äußerste Hülle, die relativ am breitesten war, gesondert zu beobachten; ich erhielt dann ganz einfache Reflexe ohne jede Störung. Die Abblendung geschah durch Einschiebung eines entsprechend ausgeschnittenen Kartons zwischen Kollimatorfernrohr und Krystall.

2. Skapolith Grass Lake.

$A = 59° \, 16' \, 6'' \, (+{}^3/_4', -{}^2/_4')$.

λ =											
700 μμ	(rot)......	43°	23'	58''	(+¹²/₄', −¹³/₄')	40°	36'	41''	(+⁶/₄', −⁴/₄')
650	(rotgelb) ..	43	32	58	(⁷/₄ ¹²/₄)	40	44	1	(³/₄ ²/₄)
600	(gelb)	43	44	24	(⁶/₄ ¹⁰/₄)	40	54	13	(⁶/₄ ⁴/₄)
550	(grün)	43	59	46	(⁹/₄ ⁶/₄)	41	7	53	(²/₄ ²/₄)
500	(blaugrün)	44	17	34	(¹⁵/₄ ⁵/₄)	41	24	1	(²/₄ ⁶/₄)
450	(blauviolett)	44	43	8	(⁴/₄ ⁶/₄)	41	45	38	(³/₄ ²/₄)

Die Einstellung ist hier etwas weniger gut durchführbar.

3. Skapolith Bolton.

$A = 29° 43' 58''$ $(+{}^{2}/_{4}', -{}^{1}/_{4}')$.

λ					
λ = 700 μμ	(rot)	18° 8′ 9″	(+3/4′, −2/4′)	17° 12′ 26″	(+2/4′, −2/4′)
650	(rotgelb)...	18 10 52	(2/4 2/4)	17 15 6	(2/4 2/4)
600	(gelb)	18 16 5	(4/4 4/4)	17 20 20	(2/4 3/4)
550	(grün).....	18 22 11	(1/4 1/4)	17 24 58	(3/4 1/2)
500	(blaugrün) .	18 28 44	(2/4 2/4)	17 31 28	(2/4 2/4)
450	(blauviolett)	18 37 39	(3/4 2/4)	17 39 3	(3/4 2/4)

Signale sehr deutlich.

4. Skapolith Arendal.

$A = 30° 11' 11''$ $(+{}^{3}/_{4}', -{}^{3}/_{4}')$.

λ					
λ = 700 μμ	(rot)	17° 50′ 42″	(+3/4′, −2/4′)	17° 12′ 5″	(+4/4′, −2/4′)
650	(rotgelb)...	17 53 0	(2/4 2/4)	17 14 15	(1/4 1/4)
600	(gelb)	17 57 29	(4/4 1/4)	17 18 15	(4/4 1/4)
550	(grün).....	18 2 48	(2/4 1/4)	17 23 27	(1/4 1/4)
500	(blaugrün) .	18 9 23	(1/4 2/4)	17 29 33	(2/4 3/4)
450	(blauviolett)	18 19 34	(5/4 4/4)	17 39 14	(3/4 6/4)

Signale sehr gut einstellbar.

5*a*. Skapolith Gouverneur.

$A = 27° 24' 41''$ $(+{}^{3}/_{4}', -{}^{4}/_{4}')$.

λ					
λ = 700 μμ	(rot)	15° 51′ 9″	(+5/4′, −1/4′)	15° 23′ 55″	(+2/4′, −1/4′)
650	(rotgelb)...	15 53 36	(3/4 5/4)	15 26 14	(1/4 1/4)
600	(gelb)	15 57 21	(3/4 2/4)	15 29 48	(2/4 1/4)
550	(grün).....	16 2 39	(3/4 2/4)	15 34 35	(2/4 1/4)
500	(blaugrün) .	16 9 2	(2/4 2/4)	15 40 4	(2/4 1/4)
450	(blauviolett)	16 15 46	(3/4 1/4)	15 47 11	(1/4 1/4)

Signale gut.

5*b*. Skapolith Gouverneur.

$A = 44° 11' 30''$ $(+{}^{1}/_{4}', -{}^{1}/_{4}')$.

λ					
λ = 700 μμ	(rot)	27° 30′ 42″	(+4/4′, −1/4′)	26° 38′ 53″	(+2/4′, −2/4′)
650	(rotgelb)...	27 35 32	(2/4 2/4)	26 43 2″	(2/4 1/4)
600	(gelb)	27 42 8	(2/4 2/4)	26 49 16	(2/4 1/4)
550	(grün).....	27 51 11	(1/4 1/4)	26 57 46	(3/4 2/4)
500	(blaugrün) .	28 1 25	(3/4 1/4)	27 7 43	(4/4 1/4)
450	(blauviolett)	28 15 48	(2/4 2/4)	27 21 25	(2/4 1/4)

Der Prismenwinkel ist etwas unsicher, da eine Fläche gekrümmt war und abgeblendet werden mußte.

6. Couzeranit Ariége.

$A = 60° 46' 16'' (+^4/_4', -^1/_4')$.

λ										
= 700 μμ (rot)	42°	39'	12''	($+^1/_4'$, $-^1/_4'$)	41°	30'	10''	($+^2/_4'$, $-^2/_4'$)
650 (rotgelb)	42	47	34	($^2/_4$ $^2/_4$)	41	38	4	($^2/_4$ $^1/_4$)
600 (gelb)	42	59	24	($^1/_4$ $^3/_4$)	41	49	34	($^1/_4$ $^2/_4$)
550 (grün)	43	15	24	($^1/_4$ $^2/_4$)	42	4	33	($^2/_4$ $^1/_4$)
500 (blaugrün)	43	33	40	($^2/_4$ $^2/_4$)	42	22	6	($^3/_4$ $^1/_2$)
450 (blauviolett)	43	57	29	($^2/_4$ $^2/_4$)	42	44	50	($^5/_4$ $^2/_4$)

Reflex gut einstellbar.

7. Marialith Pianura.

$A = 18° 37' 0'' (+^2/_4', -^2/_4')$.

λ								
= 700 μμ (rot)	10°	17'	25''	($+^3/_4'$, $-^2/_4'$)	10°	10'	0''	($+^2/_4'$, $-^1/_4'$)
650 (rotgelb)	10	18	36	($^2/_4$ $^1/_4$)	10	11	23	($^2/_4$ $^2/_4$)
600 (gelb)	10	21	5	($^2/_4$ $^1/_4$)	10	13	16	($^1/_2$ $^1/_4$)
550 (grün)	10	24	9	($^2/_4$ $^5/_4$)	10	17	16	($^1/_4$ $^3/_4$)
500 (blaugrün)	10	28	34	($^2/_4$ $^2/_4$)	10	21	6	($^2/_4$ $^2/_4$)
450 (blauviolett)	10	33	27	($^2/_4$ $^1/_4$)	10	25	47	($^1/_4$ $^2/_4$)

Die Politur der Prismenflächen war etwas weniger gut, so daß zur Messung des Prismenwinkels ein verkleinerndes Okular verwendet werden mußte.

Daraus berechnet sich für

1*a*. Mejonit (4% Ma).

λ	ω	ε	ω—ε
= 700 μμ (rot)	1·58139	1·55097	0·03042
650 (rotgelb)	1·58314	1·55247	0·03067
600 (gelb)	1·58526	1·55436	0·03090
550 (grün)	1·58833	1·55716	0·03117
500 (blaugrün)	1·59183	1·56029	0·03154
450 (blauviolett)	1·59654	1·56452	0·03202

1*b*. Mejonit (4% Ma).

Kern

	ω	ε	ω—ε
λ = 700 μμ (rot)	1·58570	1·55394	0·03176
650 (rotgelb)	1·58734	1·55424	0·03310
600 (gelb)	1·58968	1·55638	0·03330
550 (grün)	1·59281	1·55915	0·03366
500 (blaugrün)	1·59646	1·56246	0·03400
450 (blauviolett) ...	1·60065	1·56644	0·03421

Hülle

	ω	ε	ω—ε
λ = 700 μμ (rot)	1·58030	1·55079	0·02951
650 (rotgelb)	1·58212	1·55209	0·03003
600 (gelb)	1·58417	1·55419	0·02998
550 (grün)	1·58695	1·55683	0·03012
500 (blaugrün)	1·59041	1·56005	0·03036
450 (blauviolett) ...	1·59501	1·56433	0·03068

2. Skapolith Grass Lake (31% Ma).

	ω	ε	ω—ε
λ = 700 μμ (rot)	1·57909	1·54789	0 03120
650 (rotgelb)	1·58075	1·54927	0·03148
600 (gelb)	1·58284	1·55120	0·03164
550 (grün)	1·58565	1·55378	0·03187
500 (blaugrün)	1·58890	1·55681	0·03209
450 (blauviolett) ...	1·59354	1·56086	0·03268

3. Skapolith Bolton (32% Ma).

	ω	ε	ω—ε
λ = 700 μμ (rot)	1·58123	1·55231	0·02892
650 (rotgelb)	1·58263	1·55369	0·02894
600 (gelb)	1·58534	1·55641	0·02893
550 (grün)	1·58850	1·55882	0·02968
500 (blaugrün)	1·59189	1·56220	0·02969
450 (blauviolett) ...	1·59650	1·56614	0·03036

4. Skapolith Arendal (54% Ma).

	ω	ε	ω—ε
λ = 700 μμ (rot)	1·56299	1·54326	0·01973
650 (rotgelb)	1·56417	1·54437	0·01980
600 (gelb)	1·56645	1·54642	0·02003
550 (grün)	1·56933	1·54908	0·02025
500 (blaugrün)	1·57252	1·55219	0·02033
450 (blauviolett) ...	1·57771	1·55714	0·02057

5*a*. Skapolith Gouverneur (55% Ma).

		ω	ε	ω—ε
λ = 700 μμ	(rot)	1·55588	1·54033	0·01555
650	(rotgelb)	1·55728	1·54166	0·01562
600	(gelb)	1·55942	1·54369	0·01573
550	(grün)	1·56244	1·54643	0·01601
500	(blaugrün)	1·56608	1·54956	0·01652
450	(blauviolett)	1·56992	1·55362	0·01630

5*b*. Skapolith Gouverneur (55% Ma).

		ω	ε	ω—ε
λ = 700 μμ	(rot)	1·55704	1·54075	0·01629
650	(rotgelb)	1·55855	1·54206	0·01649
600	(gelb)	1·56062	1·54402	0·01660
550	(grün)	1·56348	1·54669	0·01679
500	(blaugrün)	1·56664	1·54982	0·01682
450	(blauviolett)	1·57113	1·55412	0·01701

6. Couzeranit (72% Ma).

		ω	ε	ω—ε
λ = 700 μμ	(rot)	1·55177	1·53939	0·01238
650	(rotgelb)	1·55326	1·54081	0·01245
600	(gelb)	1·55536	1·54288	0·01248
550	(grün)	1·55819	1·54557	0·01262
500	(blaugrün)	1·56177	1·54871	0·01306
450	(blauviolett)	1·56561	1·55277	0·01284

7. Marialith (85% Ma).

		ω	ε	ω—ε
λ = 700 μμ	(rot)	1·54311	1·53665	0·00646
650	(rotgelb)	1·54414	1·53785	0·00629
600	(gelb)	1·54630	1·53949	0·00681
550	(grün)	1·54898	1·54298	0·00600
500	(blaugrün)	1·55282	1·54632	0·00650
450	(blauviolett)	1·55707	1·55039	0·00668

Um ein Urteil zu bekommen, wie weit die Messungsfehler das Resultat beeinflussen, kann man in der Formel

$$\omega = \frac{\sin \frac{A+\Delta_0}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

das Δ_0 sukzessive um 1′, 2′, 3′, 4′ wachsen lassen und nachsehen, um wieviel ω zunimmt.

Ich wähle ähnliche Verhältnisse wie beim Mejonit *a*, $A = 60°$, $\Delta_0 = 45°$,

$$\omega + x = \frac{\sin\frac{A+\Delta_0+\delta}{2}}{\sin\frac{A}{2}}, \quad x = \frac{\sin\frac{A+\Delta_0+\delta}{2}}{\sin\frac{A}{2}} - \frac{\sin\frac{A+\Delta_0}{2}}{\sin\frac{A}{2}}.$$

Es ergibt sich für

$\delta =$	+1'	2'	3'	4'
$x =$	0·00017	0·00035	0·00053	0·00071

In analoger Weise für $A = 30°$, $\Delta_0 = 18°$ (wie bei Mejonit *b*) berechnet, ergibt sich für

$\delta =$	1'	2'	3'	4'
$x =$	0·00051	0·00103	0·00154	0·00205

Günstigere, d. h. kleinere Werte für x erhält man bei den weniger stark doppelbrechenden Skapolithen.

Demnach ist im allgemeinen bereits die vierte Dezimale nicht mehr ganz sicher, die fünfte daher wertlos.

In den graphischen Darstellungen Fig. 5 sind für die Lichtsorte $\lambda = 600$ als Abszissen die Molekularprozente Ma, als Ordinaten die Brechungsquotienten ω und ε und der Gangunterschied $\omega - \varepsilon$ eingetragen. Als Annäherung wurden wieder durch die zuverlässigsten Werte (6) und die Schwerpunkte von 2 und 3, respektive 4 und 5 Geraden gelegt; die beiden Geraden stimmen nicht überein, es wird die Winkelsymmetrale genommen, welche die theoretischen Werte für ω, ε und $\omega - \varepsilon$ für jede Mischung liefert. Speziell die Werte für den Marialith können nicht ebenso zuverlässig erscheinen wie die der übrigen Glieder; die Unsicherheit in der chemischen Zusammensetzung, die schlechtere Beschaffenheit der Prismenflächen und der kleine Prismenwinkel bedingen eine Häufung von Fehlern. Deutlich gibt sich eine Abnahme der Brechungsquotienten und der Doppelbrechung mit steigendem Marialithgehalt zu erkennen, speziell die Tabelle für Gelb, in die auch die Werte aus

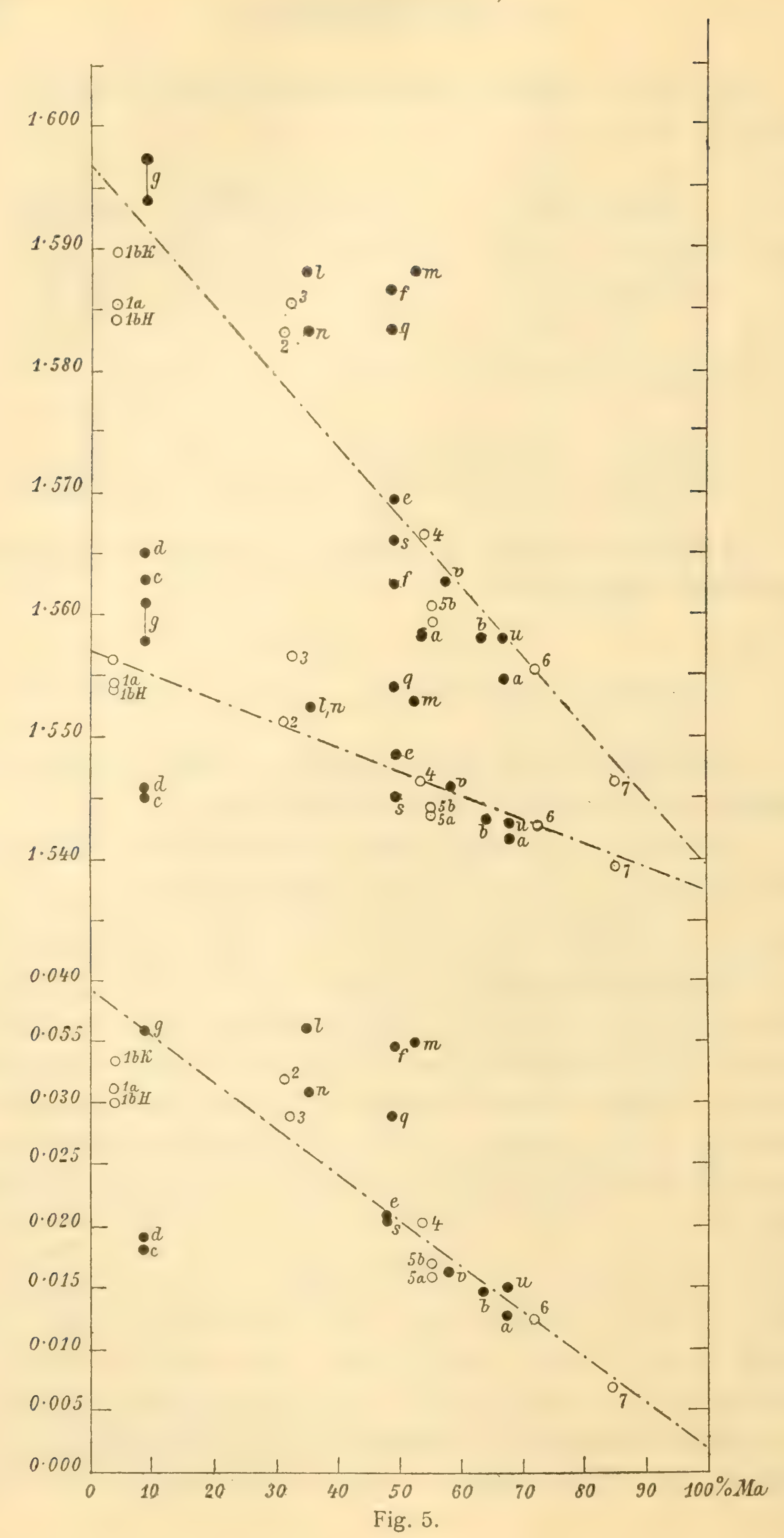

1·600
1·590
1·580
1·570
1·560
1·550
1·540
0·040
0·055
0·030
0·025
0·020
0·015
0·010
0·005
0·000
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100%Ma

Fig. 5.

Wülfing und A. Lacroix eingetragen wurden (• Zeichen für die fremden Bestimmungen), läßt für einige neuere Bestimmungen gute Übereinstimmung mit der Theorie erkennen. Die theoretische Gerade für die Doppelbrechung wurde noch einmal allein gezeichnet, da sie für die Bestimmung der Skapolithe in den Gesteinsdünnschliffen wichtig ist. Fig. 6.

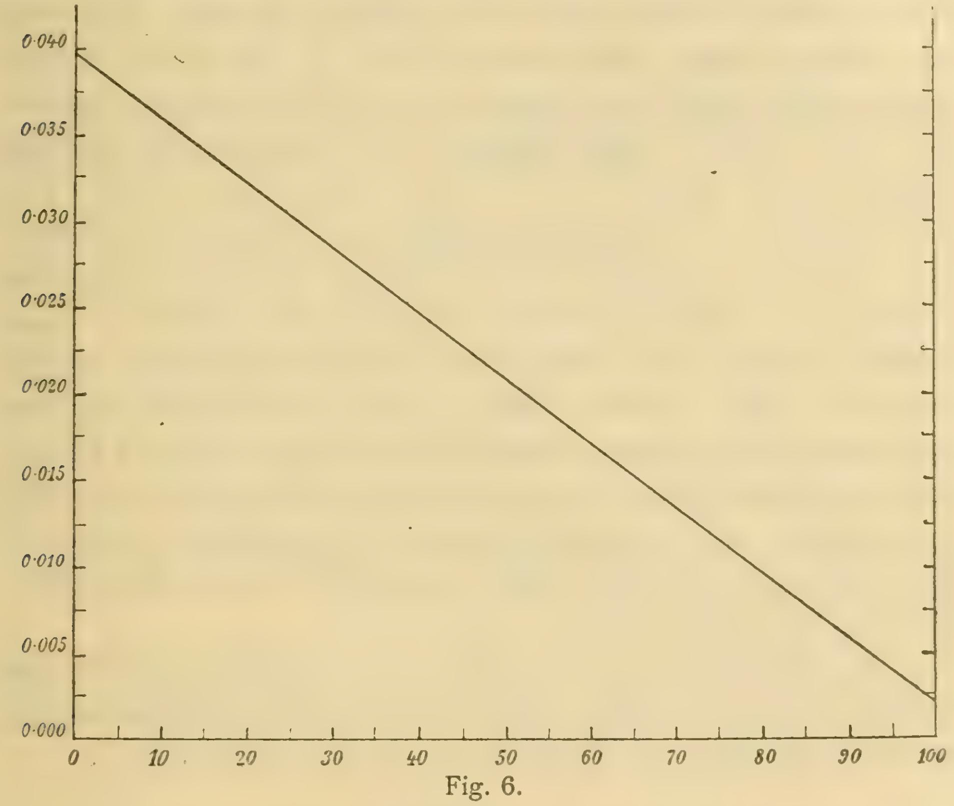


Fig. 6.

Für die anderen Lichtsorten werden die graphischen Darstellungen nicht gegeben. Bemerkt möge nur werden, daß die konstruierten Geraden fast parallel verlaufen, sich also fast vollkommen normale Interferenzfarben herausstellen. Es ergeben sich für die Endglieder:

		$\lambda = 700$	$\lambda = 650$	$\lambda = 600$	$\lambda = 550$	$\lambda = 500$	$\lambda = 450$
Me	ω	1·5930	1·5940	1·5965	1·5990	1·6025	1·6080
	ε	1·5540	1·5545	1·5570	1·5590	1·5625	1·5675
	$\omega - \varepsilon$ ..	0·0390	0·0395	0·0395	0·0400	0·0400	0·0405
Ma	ω	1·5360	1·5375	1·5395	1·5425	1·5460	1·5490
	ε	1·5340	1·5355	1·5375	1·5405	1·5435	1·5470
	$\omega - \varepsilon$ ..	0·0020	0·0020	0·0020	0·0020	0·0025	0·0020

Die Frage, welchen Einfluß ein Fehler in der Orientierung des Prismas auf die Bestimmung der Brechungsquotienten hat, wird in einer Arbeit von M. Born[1] studiert. Er gibt die Lage des Prismas zum Krystall durch zwei Winkel an, indem er sich um den Krystall als Mittelpunkt eine Kugel der stereographischen Projektion beschrieben denkt; die künstlichen Prismenflächen werden äquatorial gestellt; überdies wird noch ein rechtwinkliges Koordinatensystem in die Kugel hineingelegt, derart, daß die Z-Achse mit der Prismenkante parallel geht, die X-Achse den inneren, die Y-Achse den äußeren Prismenwinkel halbiert. Die Z-Achse ist positiv über der Projektionsebene, die X-Achse auf der dem Prisma abgewendeten Seite. Wenn wir diese nach rechts, die Z-Achse nach oben stellen, ist Y nach rückwärts positiv. Nun wählt er zwei Winkel, nämlich den, welchen die krystallographische Hauptachse mit dem Äquator bildet, τ, und den Winkel, welchen eine durch die krystallographische Hauptachse und die Zonenachse des künstlichen Prismas gelegte Ebene mit der X-Achse einschließt, ρ. ρ wird positiv in dem Sinne gezählt, in welchem die positive X-Achse auf dem kürzesten Wege in die positive Y-Achse übergeführt wird.

Hat man diese Größen bestimmt, so ergibt sich für den speziellen Fall der Minimalablenkung und der Parallelstellung der Prismenkante zur optischen Achse (Fall VI, p. 37, *b*, *c*)

$$e^2 = \frac{1}{S_e^2} + x \qquad x = \frac{Ff \sin^2\rho \cos^2\tau}{(f+F\sin^2\rho)\cos^2\tau - F},$$

wobei

$$f = \frac{\sin^2\frac{A}{2}\sin\frac{\Delta_e-\Delta_0}{2}\sin\left(A+\frac{\Delta_e+\Delta_0}{2}\right)}{\sin^2\frac{A+\Delta_e}{2}\sin^2\frac{A+\Delta_0}{2}}$$

und

---

[1] Neues Jahrb. f. Min. etc., V. Beil. Bd., 1887, p. 1. Ein Auszug auch in Liebisch, Physikalische Krystallographie, 1891, p. 387.

$$F = \frac{4 \sin \frac{\Delta_e}{2} \sin \left(A + \frac{\Delta_e}{2} \right)}{\sin^2 (A + \Delta_e)}$$

$$\frac{1}{S_e^2} = \frac{\sin^2 \frac{A}{2}}{\sin^2 \frac{A + \Delta_e}{2}} \qquad \frac{1}{S_0^2} = \frac{\sin^2 \frac{A}{2}}{\sin^2 \frac{A + \Delta_0}{2}}.$$

Δ_e und Δ_0 bedeuten die Minimumablenkungen für den außerordentlichen und ordentlichen Strahl.

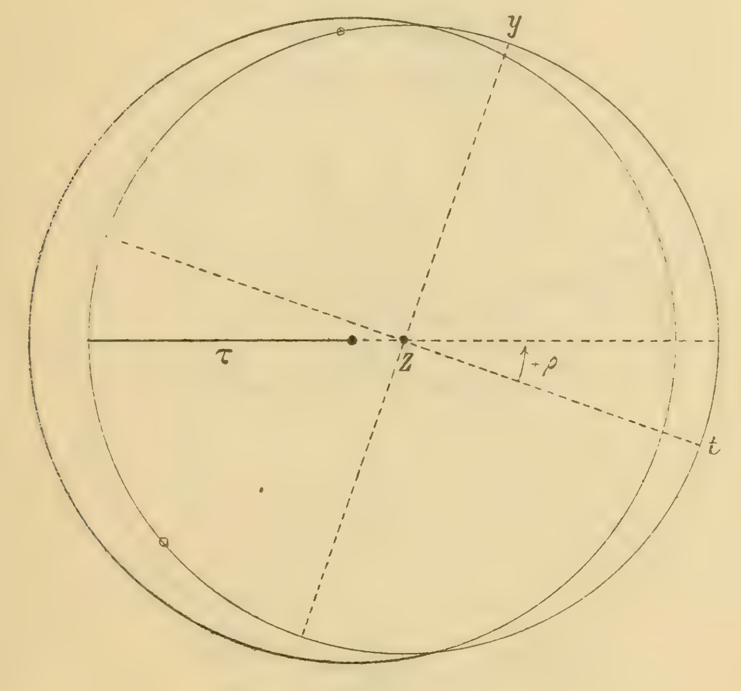


Fig. 7.

Die Bestimmung von ρ und τ ist bei der Verwendung des einkreisigen Goniometers, wie in der Arbeit von Born, eine recht umständliche Sache. Viel einfacher gestaltet sie sich, wenn man das Theodolitgoniometer gebraucht. Ich ging so vor, daß ich die Prismenzone der Skapolithkrystalle mit Hilfe der erhalten gebliebenen natürlichen Flächen und künstlich hergestellter Spaltflächen am Theodolitgoniometer äquatorial stellte; es geben dann die künstlichen Flächen des Prismas I und II zwei von 90° abweichende Werte von ρ. Man erhält

ein sphärisches Dreieck I II O, dessen eine Seite $a = \text{I II}$ gleich dem Winkel des Prismas ist, während die anderen von $c = \rho(\text{I})$ und $b = \rho(\text{II})$ gebildet werden. Daraus berechne ich γ und kann jetzt das rechtseitige Dreieck IIOD auflösen, da von ihm gegeben sind $c' = DO = 90°$, $b = \rho(\text{II})$ und der Winkel bei II $\gamma' = 180 - \gamma$. Der ermittelte Winkel bei D $\beta' = \tau$.

Überdies kann ich $D\,\text{II} = a'$ berechnen.

Lege ich durch den Polpunkt Z der künstlichen Prismenzone und durch den Halbierungspunkt M des inneren Prismenwinkels einen Bogen, ebenso durch Z und den Mittelpunkt der

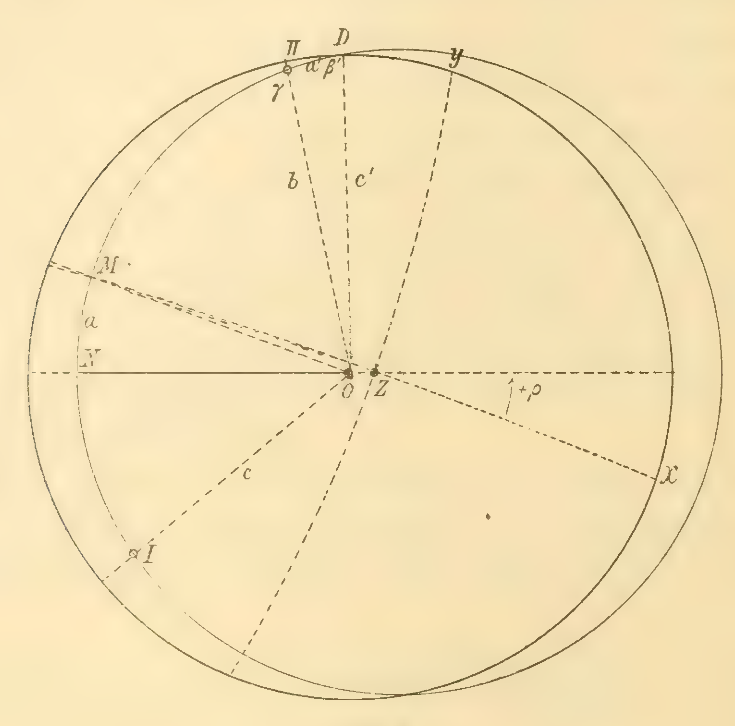


Fig. 8.

Projektion eine Gerade, welche die künstliche Prismenzone in N trifft ($ND = 90°$), dann ist $MN = \rho$.

Wenn I oder II außerhalb des Grundkreises der Projektion zu liegen kommen, werden die parallelen Gegenflächen gewählt; man hat dann nur zu achten, in welchem Quadranten ρ liegt. Fig. 7 und 8 geben nebeneinander die (für den speziellen Fall etwas modifizierte) Darstellung von Born, welcher die künstliche Prismenzone in den Grundkreis legt, und meine Darstellung.

Theoretisch ist die Aufgabe vollkommen gelöst, praktisch ergeben sich aber erhebliche Schwierigkeiten, da b und c sehr nahe an 90° kommen. Für den Wert von τ ist dies nicht so von Bedeutung als für ρ. Dieser Wert läßt sich doppelt berechnen; trotz Verwendung zehnstelliger Logarithmen ergeben sich manchmal kleine Differenzen in den beiden Werten, dann nämlich, wenn $\gamma'+\beta'$ sich von 180°, $\gamma'-\beta'$ von 0° nur um wenige Minuten unterscheiden.

Die Resultate der Messung und die Berechnung von τ, a und ρ, sowie von x sind bei den einzelnen Skapolithen:

Mejonit *a*.

Natürliche Prismenzone

	φ	ρ
1.	0°	90°
2.	45 0'	90
3.	89 50	90
4.	224 58½	89 58½'
5.	314 55	89 54½

Künstliche Prismenflächen

	φ	ρ
II	149° 46½'	90° 3'
I	269 49½	89 43½

Daraus berechnet sich

$\tau =$ 89° 42' 25''
$a =$ 9 49 23 (9° 48' 14'')[1]
$\rho =$ 320 11 45
$x =$ 0·0000001713

Mejonit *b*.

	φ	ρ
1.	0°	90°
2.	135 1'	89 59'
3.	315 20½	90

[1] Der eingeklammerte Kontrollwert ist mit dem größeren Fehler behaftet. Die Bestimmungen gelten für $\lambda = 600$.

Alle Reflexe von natürlichen Flächen, 1 und 3 sehr gut, 2 etwas matt.

I	74° 55 1/2'	90° 1'
II	225 3 1/2	89 59

Daraus berechnet sich

$\tau =$ 89° 58' 58"
$a =$ 75 4 28
$\rho =$ 270 0 0
$x =$ 0·000000001546 (Kern des Krystalles)

Skapolith Grass Lake.

	φ	ρ	
1.	0°	90°	[1]
2.	44 22 1/2'	90	
3.	134 45 1/2	90	Spaltfläche
4.	314 59	90	»

Alle Reflexe ziemlich matt, doch ist die Zone deutlich einstellbar.

I	103° 8 1/2'	87° 48 1/2'
II	223 50 1/2	91 36

Daraus berechnet sich

$\tau =$ 87° 44' 18" (starke Abweichung!)
$a =$ 45 1 55 (45° 1' 55")
$\rho =$ 74 39 58
$x =$ 0·00002386

Skapolith Bolton.

	φ	ρ	
1.	0°	90°	
2.	90 18'	90	Spaltfläche.
3.	224 45 1/2	90	

Matte Reflexe

II	126° 55 1/2'	89° 59'
I	277 11	90 33

$\tau =$ 88° 55' 14"
$a' =$ 0 53 5
$\rho =$ 164 14 56
$x =$ 0·0000003903

---

[1] Wenn nicht anders angegeben, sind die Flächen natürliche Krystallflächen.

Skapolith Arendal.

	φ	ρ	
1.	0°	90°	Spaltfläche.
2.	25 38′	90	
3.	180 33	90	Spaltfläche.

Reflexe ziemlich gut in der Zone einstellbar.

II	231° 33′	91° 26′
I	81 43 1/2	87 10 1/2

τ = 86° 32′ 5″ (starke Abweichung!)
a' = 24 26 52 (24° 28′ 47″)
ρ = 39 32 28
x = 0·00001003

Skapolith Gouverneur *a*.

	φ	ρ	
1.	0°	90°	Spaltfläche.
2.	44 23′	90	
3.	90 11 1/2	90	Spaltfläche.
4.	180 1	90	»

Reflex matt.

II	119° 10 1/2′	90° 7′
I	271 47 1/2	90 57

τ = 87° 42′ 26″
a' = 2 55 4 (2° 54′ 24″)
ρ = 169 12 43
x = 0·0000004723

Skapolith Gouverneur *b*.

1.	0°	90°	Spaltfläche.
2.	181 16′	90	»
3.	270 58 1/2	90	»

Reflex matt.

II	93° 39 1/2′	90° 23′
I	229 30	90 4 1/2

τ = 89° 22′ 5″
a' = 6 48 58 (6° 48′ 54″)
ρ = 195 16 47
x = 0·00000007496

Couzeranit.

	φ	ρ
1.	0°	90°
2.	45 1/2'	90
3.	269 50	90

Reflexe gut.

I	90° 11'	89° 44 1/2'
II	209 27	89 45

$\tau =$ 89° 29' 50''
$a' =$ 29 49 2 (29° 49' 1'')
$\rho =$ 359 25 54
$x =$ 0·00000000005085

Marialith.

	φ	ρ
1.	0°	90°
2.	0	325 27 1/2'

War relativ gut einzustellen, da um beide Reflexe eine Schar von Vizinalflächen in der Prismenzone angeordnet ist.

	φ	ρ
II	101° 12'	90° 6'
I	262 36	90 43

$\tau =$ 87° 27' 20''
$a' =$ 2 15 11 (2° 13' 41'')
$\rho =$ 172 56 41
$x =$ 0·0000001102

Die Zahl x läßt noch nicht unmittelbar den Fehler in der Bestimmung des außerordentlichen Brechungsquotienten erkennen (der ordentliche wird davon überhaupt nicht beeinflußt). Wenn ε_1 der gefundene, ε der wirkliche außerordentliche Brechungsquotient ist, so ergibt sich aus

$$\frac{1}{\varepsilon^2} = \frac{1}{\varepsilon_1^2} + x$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\varepsilon_1^2}{1 + x\varepsilon_1^2}}.$$

Ich habe die Berechnung für zwei charakteristische Fälle, nämlich den Skapolith von Grass Lake und den von Arendal durchgeführt — in beiden ist der Wert von x relativ groß —, um im allgemeinen zu sehen, welche Dezimalstelle noch beeinflußt wird.

Skapolith Grass Lake.

$$\varepsilon' = 1{\cdot}55120 \text{ (für } \lambda = 600) \qquad x = 0{\cdot}00002386;$$

daraus berechnet sich

$$\varepsilon = 1{\cdot}55115,$$

also ein Fehler von fünf Einheiten der fünften Dezimalstelle.

Skapolith Arendal.

$$\varepsilon' = 1{\cdot}54642 \qquad x = 0{\cdot}00001003;$$
$$\varepsilon' = 1{\cdot}54640,$$

ein Fehler von zwei Einheiten der fünften Dezimalstelle.

Man kann also annehmen, daß durch die Orientierungsfehler innerhalb der Grenzen, wie sie bei meinen Skapolithprismen auftraten, die vierte Dezimale nicht mehr beeinflußt wird.

Zu ähnlichen Werten kommt übrigens auch Born. Für seine Annahme eines optisch positiven einachsigen Krystalles mit $A = 60°$, $\Delta_0 = 30°$, $\Delta_e = 34°$ berechnet er

$$o = 0{\cdot}707106, \quad \text{daher} \quad \omega = 1{\cdot}41421$$
$$e = 0{\cdot}657893 \qquad\qquad \varepsilon = 1{\cdot}52000$$

Dann findet er, wenn die Änderung von τ ungefähr $3° 40'$ beträgt und das Prisma so geschliffen ist, daß ρ annähernd $= \frac{\pi}{2}$ ist (ungünstigster Fall), daß die vierte Dezimalstelle des Wertes für e um ungefähr eine Einheit zu groß sei; für $\rho_0 = \frac{\pi}{4}$ wird erst die fünfte Dezimalstelle eine Abweichung von etwa drei Einheiten zeigen. Für $\rho = 0$ wird die Änderung von τ_0 keinen Einfluß auf das Resultat ausüben.

Schmelzpunktbestimmungen.

Untersuchungen isomorpher Mischungen bezüglich ihres Schmelzpunktes sind noch nicht zahlreich. Am genauesten ist die Plagioklasreihe bekannt durch die Versuche von C. Doelter[1] einerseits, A. Day und E. T. Allen[2] andrerseits. Dabei bestehen allerdings erhebliche Differenzen in den Bestimmungen, die einerseits ihren Grund in der Verschiedenheit der Bestimmungsmethode, andrerseits aber, und zwar hauptsächlich, in einer verschiedenen Auffassung des Schmelzpunktes selbst haben. Theoretisch ist ja der Schmelzpunkt sehr scharf bestimmt als Schnittpunkt der Tensionskurven fest-flüssig. Bei den Silikaten tritt aber an Stelle des Knickpunktes der beiden Geraden ein Schmelzintervall in Form einer Kurve auf. Doelter gibt als Ursache dieser Erscheinung an, daß sich zwischen den festen krystallisierten Zustand und den der geschmolzenen Flüssigkeit noch eine isotrope Phase einschiebe.[3] Day und Allen und neuestens auch G. Tamann[4] nehmen an, daß der Krystall beim Schmelzen überhitzt werde. Eine Überhitzung ist nur beim Schmelzen möglich; sie kann, wie Tamann zeigt, im allgemeinen immer eintreten, wenn nur der Wärmefluß zum Krystall genügend groß ist, und sie wird bei um so geringerem Wärmefluß eintreten, je geringer die maximale lineare Krystallisationsgeschwindigkeit des Krystalles ist; natürlich ist sie auch noch von der Größe der Krystalle abhängig.

Zwischen den Auffassungen Doelter's und Tamann's bezüglich des Schmelzpunktes besteht übrigens kein so wesentlicher Unterschied, wenn man den Punkt, bei welchem sich nach Doelter der Krystall in die isotrope Phase umwandelt (T_1), als Schmelzpunkt auffaßt. Die isotrope Phase wäre dann eine Flüssigkeit mit großer innerer Reibung.

Über Schmelzpunkte an Skapolithen liegen nur zwei Angaben vor. C. Doelter[5] bestimmte den Schmelzpunkt von

---

[1] Diese Sitzungsberichte, CXV, 1906, p. 617.

[2] Zeitschr. f. phys. Chemie, 1906, LIV, p. 1.

[3] L. c., p. 9.

[4] Zeitschr. f. phys. Chemie, 1909, LXVIII, p. 257.

[5] Neue Bestimmungen von Schmelzpunkten. Tschermak's Min. u. petr. Mitt., 1902, XXI, p. 23.

Mejonit mit 1155°, A. Brun,[1] welcher den Mejonit zu seinem Typus II (Minerale, deren Schmelzpunkt nicht mit dem molekularen Zerfall zusammenfällt) rechnet, findet für Mejonit von der Somma Zerfall bei 1250°, Schmelzpunkt bei 1330°, Werte, die wie die meisten der Bestimmungen dieses Autors, viel zu hoch liegen — ich verweise bezüglich der Mängel bei der Bestimmung auf die kritischen Besprechungen bei Doelter.

Durch die Liebenswürdigkeit Herrn Prof. C. Doelter's war es mir ermöglicht, an mehreren Skapolithen Schmelzpunktbestimmungen vorzunehmen. Die Untersuchung geschah in dem Doelter'schen Heizmikroskop, an dem in neuester Zeit noch einige kleinere Änderungen angebracht worden waren.[2]

Ich bestimmte einerseits die Temperatur T_1, bei der Abschmelzung der Kanten eintritt, und T_2, bei der alles geschmolzen ist. Zwischen beiden Punkten, näher an T_1 liegt der eigentliche Schmelzpunkt des Silikates.

Zur Schmelzpunktbestimmung wurden nur die reinsten Skapolithe genommen, die vorher noch mikroskopisch geprüft worden waren. Jeder einzelne Versuch dauerte vom Momente der ersten Kantenabrundung an etwa zwei Stunden.

Mejonit Vesuv.

Die kleinsten Körnchen des Mejonitpulvers lassen bei 1138° den Beginn der Kantenschmelzung erkennen. $T_1 = 1138°$.

1153° die kleineren Körner schmelzen unter Blasenwerfen;

1178° die kleinen Körner sind bereits zu einer durchsichtigen Flüssigkeit geschmolzen; auch die großen Körner beginnen zu schmelzen. $T_2 = 1178°$;

1210° in den farblosen Flüssigkeitstropfen scheiden sich ganz kleine feste Partikelchen (die daher intensiv leuchten im Gegensatz zur schwächer leuchtenden Schmelze) aus. Die Trübung der Tropfen durch diese feste Substanz nimmt zuerst zu, bleibt dann konstant, erst bei 1350° beginnt sie langsam zu schwinden;

---

[1] Untersuchungen über den Schmelzpunkt von Mineralien etc. Archiv de soc. phys. et nat., Genf 1902, XIII (zitiert nach Groth, XXXIX, p. 201).

[2] Beschreibung bei Doelter, diese Sitzungsberichte CXIII, 1904, p. 495; ferner K. Herold, Die Umschau, 1909, XIII, Nr. 49.

Bei 1380° sind die Tropfen fast alle vollständig rein. Die Temperatur wurde nun noch bis 1400° gesteigert, dann wurde durch Einschaltung von Widerstand langsam zurückgegangen;

bei 1348° begann eine Wiederkrystallisation von noch vorhandenen Keimen aus;

bei 1320° wurde die Temperatur wieder langsam erhöht, die ausgeschiedenen Nadeln begannen bei 1378° zu schmelzen und bei 1343° wieder zu krystallisieren. Die Krystallisation dauerte bis 1285° an.

Nach dem Abkühlen der Masse zeigte sich, daß dieselbe fast gänzlich aus einem wirren Aggregate feinster Nädelchen mit α' in der Längserstreckung der Nadeln bestand. Eine nähere Untersuchung war wegen ihrer Kleinheit nicht möglich. Behufs genauerer Prüfung gedenke ich Versuche in größerem Maßstabe anzustellen.

Skapolith Grass Lake.

Das feinste Pulver beginnt bei 1125° eine Kantenabrundung zu zeigen. $T_1 = 1125°$.

1138° deutliches Schmelzen der kleinen Körner, Kantenrundung der größeren;

1198° die kleinen Körner sind vollkommen zu einer klaren Flüssigkeit geschmolzen, auch die größeren schmelzen schon deutlich. $T_2 = 1198°$. Dabei kann schon der Beginn einer körnigen Ausscheidung in den Tropfen konstatiert werden.

1240° bis 1260° stärkere Ausscheidung, die erst bei 1350° zu verschwinden beginnt. Bei 1400° ist alles zur durchsichtigen Schmelze verwandelt. Temperatur zurück;

bei 1368° deutliche Krystallisation; die Krystallisationsgeschwindigkeit ist groß, bei 1300° ist der größte Teil der Schmelze bereits zu feinsten Nädelchen auskrystallisiert. Bei 1300° wurde angehalten und wieder langsam erhitzt.

1348° Beginn des Schmelzens, das einige Zeit fortgesetzt wurde. Bei Einschaltung des Widerstandes begannen von den vorhandenen Keimen aus bei 1343° neue Nadeln anzuschießen, die sich bei weiterem Sinken der Temperatur rasch vermehrten (besonders in dem Intervall 1310° bis 1285°). Ende der Krystallisation bei 1203°.

Die Nadeln, welche den größten Teil der Schmelze ausmachen, sind relativ groß, gerade auslöschend und haben α' in der Längsrichtung.

Skapolith Arendal.

Kantenrundung bei 1150°. $T_1 = 1150°$.

Bei 1164° konnten an einem größeren Korn bei Beleuchtung mit Bogenlicht noch deutlich einheitliche Polarisationsfarben konstatiert werden, ein Beweis, daß das Mineral vor seinem Schmelzen nicht zerfällt oder sich umlagert.

1178° deutliches Schmelzen.

1238° alles ist geschmolzen. $T_2 = 1238°$. In der Flüssigkeit treten neben Bläschen myelinartige Anhäufungen einer festen feinkörnigen Substanz auf, die bei 1300° noch nicht verschwindet. Bei 1400° war alles geschmolzen.

Bei 1258° Beginn einer Nadelbildung von Bläschen aus, die bis 1223° deutlich wachsen. Beim Steigern der Temperatur schmelzen sie in einem Intervall von 1338° bis 1350°. Bei Einschaltung von Widerstand wurde bei 1220° an einer Stelle eine sphärolithische Krystallisation beobachtet, die sehr rasch heranwuchs. Das Wachstum konnte bis 1100° verfolgt werden.

Die in sphärolithischen Aggregaten gebildeten Krystallnadeln haben α' in der Längsrichtung.

Skapolith Gouverneur.

1128° Beginn der Kantenschmelzung. $T_1 = 1128°$.

1148° die kleineren Körner sind bereits vollkommen geschmolzen.

1183° auch die größeren Körner deutlich geschmolzen. $T_2 = 1183°$.

Allmählich stärker werdende Ausscheidung einer festen Substanz in der Flüssigkeit, die über 1300° erst langsam verschwindet (die Temperatur wurde bei diesem Versuche, der zuerst angestellt wurde, nicht näher bestimmt, da mir der Vorgang noch nicht klar war).

Beim Sinken der Temperatur wurde die erste Krystallisation spät, bei 1180° festgestellt, sie dauerte bis 1090°. Hierauf wurde wieder die Temperatur gesteigert, wobei konstatiert

werden konnte, daß bei 1300° noch nicht alle ausgeschiedenen Nadeln geschmolzen waren;

bei 1201° trat Wiederkrystallisation ein, bei 1160° hatten sich bereits zahlreiche Nadeln gebildet, deren Wachstum noch bis 1145° verfolgt wurde.

Nach dem Erkalten wurde die Schmelze untersucht; sie war größtenteils krystallisiert und bestand aus wirr durcheinanderliegenden Nadeln, die bald gerade, bald schiefe Auslöschung zeigten (je nach der räumlichen Orientierung) und α' in der Längsrichtung hatten.

Couzeranit.

1143° Kantenrundung. $T_1 = 1143°$.

1156° die kleinen Körner sind geschmolzen, die größeren an den Kanten abgerundet.

1178° deutliches Schmelzen der größeren Körner. $T_2 = 1178°$.

1200° Bildung einer klaren Flüssigkeit, in der eine ganz feine Trübung verteilt ist. Die Trübung verschwindet erst bei 1340° vollkommen und beginnt bereits bei 1328° wieder aufzutreten. Bei nochmaligem Ansteigen der Temperatur wurde bei 1320° Schmelzung, bei 1318° Wiederkrystallisation festgestellt.

Die erkaltete Schmelze bildet ein isotropes Glas, in dem einige größere Sphärolithe verteilt sind. Die Nadeln, welche diese Sphärolithe zusammensetzen, haben α' in der Längsrichtung.

Marialith.

1088° Beginn einer Kantenschmelzung an den kleinen Körnern. $T_1 = 1088°$.

1110° die kleinen Körner sind deutlich geschmolzen, die größeren gerundet.

1233° Schmelzen der größeren Körner. $T_2 = 1233°$.

1160° die Schmelze ist noch sehr zähflüssig, so daß die Gestalt der geschmolzenen Körner noch ungefähr beibehalten wird.

Bei 1200° wolkige Trübungen, die bei 1300° deutlich sich als aus feinen Körnchen bestehend erkennen lassen.

1350° die Wolken beginnen sich aufzulösen.

Beim Zurückgehen der Temperatur konnte, trotzdem einzelne Keime noch erhalten waren, keine Krystallisation beobachtet werden.

Da die Schmelzpunkte der einzelnen Mischungsglieder vom Mejonit bis zum Couzeranit nur Unterschiede aufweisen, die innerhalb der Fehlergrenzen liegen, so ist eine Entscheidung darüber, ob die Skapolithe — vorausgesetzt, daß sie sich vor dem Schmelzen nicht umwandeln, was ich aber für sehr unwahrscheinlich halte — dem Typus I oder II nach Roozeboom gehorchen, nicht möglich; in dem letzteren Falle läge ein nur wenig ausgesprochenes Maximum vor. Was die Ausscheidung in der Schmelze anbelangt, liegt es nahe, an Plagioklase zu denken, womit auch der hohe Schmelzpunkt und das Krystallisationsvermögen übereinstimmt. Versuche in größerem Maßstabe sollen eine genauere Prüfung ermöglichen.

Darstellung der Kieselsäuren.

In einer Reihe von Arbeiten wurden von G. v. Tschermak und seinen Mitarbeitern[1] aus Silikaten die ihnen entsprechenden Kieselsäuren darzustellen versucht. Die theoretischen Grundlagen dieser Arbeiten sind teilweise nicht ohne Widerspruch geblieben; v. Bemmelen, E. Mügge und F. Jordis haben sich gegen die Möglichkeit der Existenz von Kieselsäuren oder deren Bestimmung ausgesprochen, wogegen Tschermak in einer Erwiderung den von ihm eingenommenen Standpunkt verficht. Da ich für später eine eingehende Besprechung der diesbezüglichen Fragen vorbereite, vermeide ich hier die theoretische Behandlung.

Die Methode blieb dieselbe wie in den früheren Versuchen, nur wurde in einzelnen Fällen versucht, die Lage des Knickpunktes durch dreistündige Messung genauer zu fixieren, eine Bestimmung, die nur den Nachteil hatte, daß ich dabei die Nacht hindurch im Institut bleiben mußte.

---

[1] Diese Sitzungsberichte, 1903 bis 1909; Zeitschr. f. phys. Chemie, 1905, p. 349.

Die Versuche, aus den Skapolithen die entsprechenden Kieselsäuren darzustellen, reichen bis in das Jahr 1906 zurück. Zuerst wurden Mejonit vom Vesuv und die Skapolithe von Arendal, Gulsjö und Malsjö und Bolton mit Salzsäure behandelt; nachdem durch eine Unvorsichtigkeit eines Dieners die Versuche mit dem Skapolith von Bolton vernichtet worden waren, zersetzte ich noch den Skapolith von Grass Lake und den Couzeranit von Ariége.

Bei den letzten Versuchen wurde die Behandlung des Mineralpulvers im elektrischen Ofen etwas modifiziert, indem immer nur kleine Mengen Pulver in die Salzsäure eingetragen wurden; diese verblieben bis zu ihrer vollständigen Zersetzung im Ofen. Diese Abänderung, die dann auch bei der Behandlung mit kalter Salzsäure angewandt wurde und die zuerst Fräulein D. Fogy bei ihren Versuchen am Vesuvian und Cordierit (noch nicht veröffentlicht) erprobte, ermöglicht eine viel raschere Zersetzung des Materiales; auch das Zusammenballen des Pulvers, wodurch ein Teil desselben vor Zersetzung geschützt wird, kann so größtenteils verhindert werden.

Die einzelnen Versuche sind:

Mejonit Vesuv.

Bei portionenweisem Eintragen des äußerst fein zerriebenen Pulvers in verdünnte Salzsäure wurde in einem Zeitraume von drei bis fünf Wochen vollständige Zersetzung erreicht. Die Säure war nach dem Auswaschen sehr feinflockig; unter dem Mikroskop zeigten die Splitter die Form des ursprünglichen Mineralpulvers und waren vollständig isotrop. Behufs Prüfung der Säure auf ihre Reinheit wurde dieselbe bei den ersten Versuchen nach dem Glühen mit Flußsäure abgeraucht, später wurde sie mit Natriumcarbonat aufgeschlossen und nach den gewöhnlichen analytischen Methoden im Filtrat des Siliciumoxydes Tonerde, Calciumoxyd und Magnesiumoxyd bestimmt.

Versuch I.

Die Säure, in ein zylindrisches Glasgefäß eingefüllt, wurde, noch ehe alles darüberstehende Wasser verschwunden war, zu

wägen begonnen. Das Wägungsintervall betrug zunächst 12^h (9^h Vormittag und 9^h abends); in der Nähe des Knickpunktes wurde dann alle 3^h gewogen.

Unter I sind die Gewichte bei der Säure bei den einzelnen Wägungen angeführt.

	I	II	Differenz
12stündig	3·0613		
	2·6233		
	2·1617		
	1·8488		
3stündig	1·7420		
	1·6316		
	1·5118		
	1·3911		
	1·2761	1·2520	
	1·1800	1·1559	0·0961
	1·0995	1·0754 $= g_3$	0·0805 $= d_3$
	1·0776	1·0535 $= g_4$	0·0219 $= d_4$
	1·0701	1·0460 $= g_5$	0·0075 $= d_5$
	1·0658		
	1·0635		
Nach 2 Tagen ...	1·0694	1·0453	

Die Säure blieb nach der letzten Wägung bei 1·0635 *g* drei Tage stehen; dann wurde sie gewogen (Gewicht 1·0694) und sogleich eine Quantität von 0·9866 *g* geglüht. Es ergab sich ein Glühverlust von 0·2139 *g*, demnach SiO_2 0·7727 *g*. Die geglühte Säure, mit Natriumcarbonat aufgeschlossen, ergab 0·7620 *g*, also bleibt ein Rest von 0·0107 *g*; in diesem wurden bestimmt 0·0031 *g* TiO_2, 0·0050 *g* $Fe_2O_3 + Al_2O_3$, 0·0030 *g* CaO, Spur MgO.

In Übereinstimmung mit der mikroskopischen Beobachtung ergibt sich, daß der Rückstand wesentlich einem Augit angehört. Die schwarzen Körner dieses Minerales konnten trotz sorgfältigen Aussuchens nicht vollständig entfernt werden.

Ich rechne den Rest auf einen Diopsid der Formel $Ca_2MgFeSi_4O_{12}$ um; das dürfte der Zusammensetzung des Augits nahekommen. Diesem Diopsid entspricht das Molekulargewicht 466·1, seinem Rest (frei von SiO_2) 224·5; daraus

berechnet sich zunächst ein Rückstand von 0·2222 g für die beim Glühen verwendete Menge und 0·0241 g für die ganze Säure (bei der letzten Wägung).

Dieser Betrag von 0·0241 g ist von allen Säuregewichten abzuziehen; man erhält dann die Gewichte der reinen Säure II.

Für das letzte Gewicht 1·0453 ergibt sich ein Wasserverlust von 0·2384 g.

Nach der gewöhnlichen Formel berechnet sich das Gewicht der Säure am Knickpunkt

$$g_w = g_3 - d_3 \frac{d_4 - d_5}{d_3 - d_5} = 1 \cdot 0595$$

und ein Wassergehalt von 23·2%.

II.

Bei einem anderen Versuche, bei dem die Wägung etwas spät begonnen wurde, erhielt ich die Gewichte (12stündiges Wägungsintervall):

I	II	
1·0080	0·9912	
0·9240	0·9072 $= g_3$	0·0840 $= d_3$
0·9214	0·9046 $= g_4$	0·0026 $= d_4$
0·9201	0·9033 $= g_5$	0·0013 $= d_5$
0·9169	0·9001	
0·9173	0·9005	
0·9143	0·8975	

Bei dem zuletzt angeführten Gewichte wurde eine Menge von 0·8357 g geglüht und ergab einen Glühverlust von 0·1729 g, demnach 0·6628 g SiO_2. In letzterem war ein Rest von 0·0076 g, der nicht näher analysiert wurde.

Unter der gleichen Annahme eines diopsidischen Augites berechnet sich für die beim Glühen verwendete Menge ein Rest von 0·0158 g, für die Säure bei der letzten Wägung ein solcher von 0·0167 g. Dieser Betrag, von allen Gewichten abgezogen, gibt die Gewichte unter II.

Der Wassergehalt für die ganze Säure ist 0·1928 *g*.

Es ergibt sich ferner ein Gewicht beim Knickpunkte $g_w = 0 \cdot 9059\, g$ und ein Wassergehalt von 22·2%.

Die trockene Säure färbte sich mit Methylenblau berlinerblau.

Skapolith Grass Lake.

Äußerst fein geschlämmtes Pulver wurde portionenweise in heiße verdünnte Salzsäure (Temperatur ungefähr 60°) eingetragen. Zur vollständigen Zersetzung von ungefähr 2·8 *g* Skapolith waren sieben Monate nötig.

Die erhaltene Säure war pulverig; unter dem Mikroskop erwies sie sich als vollkommene Pseudomorphose nach dem Skapolith; fast alle Körner waren isotrop, nur sehr wenige zeigten schwache Aufhellung, ließen also nicht vollständige Zersetzung erkennen.

Die Wägung der Säure geschah in Intervallen von 12 Stunden, später dreistündig, doch war der Knickpunkt bereits überschritten.

	I	II	
9^h vormittags	2·7946	2·7675	
9 abends	2·0142	1·9871	0·7804 = $4d_3$
9 vormittags	1·5995	1·5724 = g_3	0·4147 = d_4
12 mittags	1·5945	1·5674 = g_4	0·0050 = d_5
3 nachmittags	1·5928	1·5657 = g_5	
6 »	1·5925	1·5654	
	1·5892	1·5621	

Bei dem Gewichte 1·5892 wurde eine Menge von 1·4980 geglüht und ergab 0·2521 *g* Glühverlust, also 1·2459 *g* SiO_2. Mit Natriumcarbonat aufgeschlossen, wurde bestimmt 1·2325 *g* SiO_2, also ein Rückstand von 0·0134.

Dieser Rückstand wird in Übereinstimmung mit dem mikroskopischen Befund als unzersetzter Skapolith gedeutet. Da der untersuchte Skapolith aus 69% Molekularprozenten Mejonit und 31 Molekularprozenten Marialith besteht, muß der gefundene Rückstand auf diese Werte umgerechnet werden; es ergibt sich 0·0256 *g* für die zum Glühen verwendete Menge

und 0·0271 für die ganze Säure bei der letzten Wägung. Die um diesen Betrag korrigierten Werte stehen unter II.

Der totale Wasserverlust für die letzte Wägung beträgt 0·2675 *g*. Daraus berechnet sich das Gewicht beim Knickpunkte zu 1·5690 und der Wassergehalt der Säure 17·5%.

Das Resultat ist durch die zu große Säuremenge etwas unsicher.

Mit Methylenblau nahm die Säure eine lichtblaue Färbung an.

Skapolith Gulsjö.

I.

Das geschlämmte Pulver wurde zwei Monate mit kalter Salzsäure behandelt und blieb dann 25 Tage im elektrischen Ofen. Die gewaschene Säure war feinpulverig. Die Wägungen wurden in einem Intervall von 12 Stunden ausgeführt, in der Nähe des Knickpunktes dreistündig.

	I	II	
9h abends	2·9162		
9 vormittags	2·4349	2·4100	
9 abends	1·9157	1·8908 $= g_2$	0·3107 $= d_3$
6 früh	1·6050	1·5801 $= g_3$	0·0423 $= d_4$
9 vormittags	1·5627	1·5378 $= g_4$	0·0048 $= d_5$
12 mittags	1·5579	1·5330 $= g_5$	
3 nachmittags	1·5533		
6 »	1·5514		
9 abends	1·5520		
Nach 3 Wochen	1·5485	1·5236	

Bei dem letzten Gewichte wurde ein Teil der Säure, nämlich 1·0331 *g*, geglüht und ergab 0·1731 *g* H_2O, also 0·8600 *g* SiO_2. Mit Natriumcarbonat aufgeschlossen, wurden bestimmt 0·8520 *g* SiO_2, also ein Rest von 0·0080 *g*. In diesem waren enthalten 0·0021 *g* $Fe_2O_3 + Al_2O_3$, 0·0059 *g* $CaO + Mg_2P_2O_7$.

Da der Skapolith von Gulsjö 51 Molekularprozente Mejonit und 49 Molekularprozente Marialith enthält, muß der Rest entsprechend umgerechnet werden; man erhält für ihn 0·0166 *g* für die geglühte Quantität und 0·0249 für die ganze Säure bei der letzten Wägung. Spalte II gibt die damit korrigierten Werte.

Der Wasserverlust der Säure bei der letzten Wägung ist 0·2595 *g*.

Dann ist $g_w = 1·5420$ *g* und der Wassergehalt beim Knickpunkte 18·0%.

II.

Eine zweite Bestimmung an feinst geschlämmtem Materiale, das ungefähr drei Monate mit heißer Salzsäure zersetzt worden war, ergab:

	I	II
9h vormittags	3·5682	
9 abends	2·7647	
9 vormittags	2·0583	2·0239
9 abends	1·3135	1·2791
12 nachts	1·1127	1·0783
3 morgens	0·9135	0·8791
6 »	0·7521	0·7177
9 vormittags	0·7184	0·6840
12 mittags	0·7188	
3 nachmittags	0·7179	
	0·7198	

Bei dem letzteren Gewichte gab eine Säuremenge von 0·7080 *g* 0·1274 *g* H_2O, also 0·5806 *g* SiO_2; dieses, mit Na_2CO_3 aufgeschlossen, lieferte 0·5643 *g* SiO_2, also einen Rest von 0·0163 *g*, in dem 0·0028 *g* $Al_2O_3 + (Fe_2O_3)$ und 0·0120 *g* CaO bestimmt wurden.

Der für die ganze Menge berechnete Wassergehalt beträgt 0·1295 *g*.

Der Knickpunkt ist hier 0·6840 selbst, da hier die Kurve selbst in eine Gerade abbricht. Der Wassergehalt beträgt 18·7%.

Die Bestimmungen an dem Skapolith von Malsjö konnten nicht verwendet werden, da der unzersetzte Rest zu groß war.

Skapolith Arendal.

Das äußerst fein pulverisierte Material wurde zunächst acht Monate mit kalter Salzsäure behandelt und kam dann

45 Tage in den elektrischen Ofen. Die erhaltene Säure war pulverig; mit Ausnahme weniger Körnchen war alles isotrop; an einem doppelbrechenden Körnchen wurde ein optisches Verhalten konstatiert, das dem Muskovit entspricht, andere waren unzweifelhaft Skapolithe. Die Wägungen waren zunächst 12stündig, dann dreistündig.

	I	II	
9h vormittags	1·8363	1·7246	
9 abends	1·2412	1·1295	
12 nachts	1·0799	0·9682 $= g_2$	
3 früh	0·9592	0·8475 $= g_3$	0·1207 $= d_3$
6 »	0·9327	0·8210 $= g_4$	0·0265 $= d_4$
9 vormittags	0·9320	0·8203 $= g_5$	0·0007 $= d_5$
12 mittags	0·9317	0·8200	
2 Tage später	0·3939	0·8222	

Eine Menge von 0·7161 *g* ergab 0·1123 *g* H_2O, also 0·6038 *g* SiO_2. Das mit Na_2CO_3 aufgeschlossene Material lieferte 0·5635 *g* SiO_2, also einen bedeutenden Rückstand 0·0403 *g*. Die Analyse desselben ergab viel Tonerde, 0·0171 *g* Al_2O_3 ($+Fe_2O_3+MnO$), 0·0028 *g* CaO, Spur MgO.

Für die Berechnung treffe ich aber trotzdem wieder die Annahme, alles unzersetzte Material bestünde nur aus Skapolith; dann beträgt der Rückstand 0·0856 *g*, respektive 0·1117 *g*; letzterer Wert, von den Säuregewichten abgezogen, gibt die Gewichte der reinen Säure unter II.

Der Wassergehalt für die Säure bei der letzten Wägung beträgt 0·1465 *g*.

Aus diesen Daten berechnet sich das Gewicht beim Knickpunkte zu 0·8215 *g* und der zugehörige Wassergehalt 17·7 *g*.

Couzeranit.

Das fein geschlämmte Mineral wurde durch zehn Monate in heißer Salzsäure zersetzt; die gebildete Säure ist feinpulverig, die Kieselsäurepseudomorphosen sind fast alle isotrop.

Die Wägungen wurden 12stündig, unmittelbar nach dem Knickpunkte dreistündig vorgenommen.

	I	II
9^h vormittags	2·6125	2·5764
9^h abends	1·8472	1·8111
9 vormittags	1·2937	1·2576
12 mittags	1·2926	1·2565
3 nachmittags	1·2926	1·2565
nach 1 Tage	1·2919	1·2558

Eine Menge von 1·2304 *g* gab H_2O 0·1956 *g*, daher SiO_2 1·0348 *g*. Mit Natriumcarbonat aufgeschlossen, wurden erhalten 1·0201 *g* SiO_2, demnach Rest 0·0147 *g*; in diesem 0·0119 $Al_2O_3+Fe_2O_3+CaO$, 0·0044 $Mg_2P_2O_7$.

Die Umrechnung ergibt als Rest für die zum Glühen verwendete Menge 0·0344 *g* und für die Säure 0·0361 *g*; die damit korrigierten Säuregewichte stehen unter II.

Der Wassergehalt der Säure bei der letzten Wägung beträgt 0·2054 *g*.

Der Knickpunkt ist 1·5265 *g* selbst, der entsprechende Wassergehalt 16·4%.

Die Färbung mit Methylenblau war lichtblau.

Der Wert dieser Bestimmungen wird einigermaßen beeinträchtigt durch die Eigenschaft der Skapolithe, niemals vollkommen frei von Einschlüssen, primären sowohl als auch sekundären, zu sein. Sieht man von dem Skapolith von Grass Lake ab, so macht sich aber wieder eine gesetzmäßige Abnahme des Wassergehaltes der Säure mit steigendem Marialithgehalt geltend.

Mejonit	23·2%	22·2%	Mittel 22·7% H_2O
Skapolith Gulsjö	18·0	18·7	» 18·4
» Arendal			17·7
Couzeranit			16·4

Für den Mejonit ergibt sich eine Säure, welche den Wassergehalt der Metakieselsäure hat, also eine Polymere der Metakieselsäure mit 22·98% H_2O. Es möge die Polymere $Si_6H_{12}O_{18}$ gewählt werden, entsprechend der einfachsten Formel des Mejonits. Die Wassergehalte der übrigen Säuren

werden am besten durch die Annahme einer Säure $Si_9H_{10}O_{23}$ erklärt, die sich mit der Formel des Marialithes leicht in Übereinstimmung bringen läßt. Diese Säure hat einen Wassergehalt von 14·22 %.

Die den Mischungsgliedern entsprechenden Säuren hätten dann folgende Wassergehalte:

Skap. Grass Lake...	69 Me, 31 Ma;	gefunden	17·5 %,	theor. 19·67 %
» Gulsjö.......	51 » 49 »	»	18·0, 18·7	» 18·04
» Arendal......	46 » 54 »	»	17·7	» 17·61
Couzeranit Ariége ..	28 » 72 »	»	16·4	» 16·18

Wenn man unter Zugrundelegung der gefundenen Kieselsäuren sich eine Vorstellung über den Aufbau der beiden Silikate, des Mejonits und des Marialiths machen will, so bekommt man als einfachste Konstitution folgende:

Mejonit .... $2\,Si_2Al_2CaO_8 + Si_2Al_2Ca_2O_9$

Marialith .... $2\,Si_3AlNaO_8 + Si_3AlNa_2ClO_8$

wobei also Mejonit und Marialith als Doppelsalze aufgefaßt werden.

Wenn wieder mit — die Bindung —O— dargestellt wird, ist ein relativ einfaches Bild des Aufbaues folgendes:

Mejonit.... $\underline{Si}=Al-Ca-Al=\underline{Si}$, $\underline{Al}-Ca-\underline{Si}-Ca-\underline{Si}-\underline{Al}$

Marialith... $Na-\underline{Si}-\underline{Si}-\underline{Si}-\underline{Al}$, $Na-\underline{Si}-\underline{Si}-\underline{Si}-Al\langle^{Cl}_{Na}$

Wie eine im Sinne der Vorstellung von v. Bemmelen aufgebaute Kiesel»säure« diese Verhältnisse erklären soll, ist ohne Annahme einer Menge von erklärenden Hypothesen nicht denkbar.[1]

Die Skapolithe tragen also in krystallographischer, physikalischer und chemischer Hinsicht die Kriterien einer isomorphen Reihe an sich; innerhalb der Fehlergrenzen sind ihre

---

[1] Ich möchte übrigens hier, einer späteren Erörterung vorausgreifend, erwähnen, daß sich die großzügig angelegten Arbeiten von P. v. Weimarn sehr gut mit der Tschermak'schen Hypothese in Einklang bringen lassen.

Eigenschaften kontinuierliche Funktionen ihrer Zusammensetzung. Die Fehler sind hier ziemlich groß; sie werden wesentlich bedingt durch die Unreinheit des Materiales.

Die vorliegende Arbeit wurde im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität ausgeführt; den Vorständen desselben, Herrn Hofrat Dr. G. v. Tschermak und Herrn Prof. Dr. F. Becke danke ich ergebenst für die Erlaubnis, die reichhaltige Instrumenten- und Mineraliensammlung für meine Arbeit uneingeschränkt benutzen zu dürfen, ebenso Herrn Prof. Dr. C. Doelter für die Beistellung des Heizmikroskopes. Herrn Direktor Dr. F. Berwerth und Herrn Kustos Dr. R. Köchlin bin ich für die Schenkung von Untersuchungsmaterial aus dem k. k. Hofmuseum (Mejonit vom Vesuv und Skapolith von Bolton) ebenfalls zu Danke verpflichtet.



Beitrag zur Radioaktivität der Minerale

(I. Mitteilung)

von

C. Doelter, k. M. k. Akad., und **H. Sirk.**

(Vorgelegt in der Sitzung vom 3. März 1910.)

Es handelt sich im folgenden um die Frage der Radioaktivität von Mineralien, bei denen analytisch kein Gehalt an Thor, Uran oder Radium nachgewiesen wurde, mit denen sonst die Radioaktivität bei Mineralen erfahrungsgemäß in Zusammenhang steht, ferner um die Frage, ob die Aktivität der betreffenden Minerale auf Einschlüsse oder auf isomorphe Beimengungen zurückzuführen ist. Die Untersuchung erstreckt sich vorläufig auf Zirkon, Monazit, Flußspat, Baryt, Gadolinit, Zinnstein und Magnetkies.

Untersuchungen über die Radioaktivität von Mineralen sind ebenso alt wie unsere Kenntnis von der Radioaktivität selbst, denn bekanntlich wurden Ende des vorigen Jahrhunderts die verschiedensten Minerale auf ihre Fähigkeit untersucht photographisch wirksame Strahlen auszusenden und die umgebende Luft elektrisch leitend zu machen. Durch chemische Methoden wurden nun im Jahre 1898 von Herrn und Frau Curie aus dem aktivsten Mineral, der Pechblende, zwei neue Elemente, das Radium und Polonium, extrahiert, wobei deren Aktivität als Wegweiser bei der sukzessiven Anreicherung, die man in den einzelnen aus dem Mineral erhaltenen Fraktionen erzielte, benützt wurde.

Die Jahre 1904 und 1905 brachten eine weitere Serie von Arbeiten, die sich mit der Radioaktivität von Mineralen beschäftigten. Sie wurden unternommen, um die Rutherford'sche Desaggregationstheorie der Materie zu prüfen, nach der im

allgemeinen der Radiumgehalt eines Minerals der in ihm enthaltenen Uranmenge proportional sein muß, und ergaben im wesentlichen deren Bestätigung. Unter diesen Arbeiten sind die wichtigsten die von Mc. Coy,[1] Eve,[2] Boltwood[3] und Strutt.[4]

Mc. Coy fand, daß die Radioaktivität der Minerale ihrem Urangehalt proportional ist. Boltwood und Strutt bestimmten die relativen Mengen der Radiumemanation, die aus den einzelnen Mineralen entwickelt wird, durch die Messung der elektrischen Leitfähigkeit von Luft, in welcher diese verteilt war, und fanden, daß die so gefundenen Emanationsmengen und daher auch der Radiumgehalt dem Gehalte an Uran proportional ist. Eve bestimmte den Radiumgehalt von Uranerzen, indem er die Intensität der von derben Stücken ausgesandten γ-Strahlen untersuchte. Die Resultate, die er auf diesem Wege erhielt, stimmten mit denen, die sich aus der Messung der Emanation ergaben, vortrefflich überein.

Goldschmidt[5] zeigte in seinen Arbeiten, wie die Messung der Aktivität von Mineralen als diagnostisches Hilfsmittel in der Mineralogie verwertet werden kann.

Kolbeck und Uhlich[6] untersuchten die Radioaktivität verschiedener Minerale auf photographischem Wege, auf dem auch Campbell[7] sowie Levin und Ruer[8] und auch E. Henriot und G. Varon[9] die Radioaktivität von Kalium untersuchten. Wir übergehen die übrigen Arbeiten, bei denen auf photographischem Wege Radioaktivität konstatiert wurde.[10]

Herr und Frau Curie maßen die der Luft von den betreffenden Substanzen erteilte elektrische Leitfähigkeit, indem

---

[1] H. N. Mc. Coy, Ber. der Deutschen chem. Ges. (1904), p. 2614.

[2] A. S. Eve, Am. Journ. Science (Silliman), *22*, 4 und 477.

[3] B. B. Boltwood, Phil. Mag., April 1905.

[4] R. I. Strutt, Proc. Roy. Soc., 2. März 1905.

[5] Moritz Goldschmidt, Zeitschrift für Krystallographie, Bd. 44, p. 545 (1907); Bd. 45, p. 490 (1908).

[6] Zentralblatt f. Mineralogie, Jahrg. 1904, p. 206.

[7] Proc. Cambridge Phil. Soc., XIV, p. 211, Jahrg. 1907.

[8] Physik. Zeitschrift, Bd. 10, p. 576 (1909).

[9] C. R., Bd. 149, p. 30 (1909).

[10] Bezüglich einer Arbeit von J. Knett, Cf. p. 189.

sie das auf einer Platte ausgebreitete Material auf einer konstanten elektrischen Spannung erhielten und die auf eine wenige Zentimeter entfernte, parallele, gleichgroße Platte in einer bestimmten Zeit übergehende Elektrizitätsmenge bestimmten, indem sie diese durch eine gemessene Elektrizitätsmenge kompensierten, die in der betreffenden Zeit durch Deformation eines piëzoelektrischen Quarzes freigemacht wurde. Außerdem wandten sie noch eine andere Methode an, bei der die Radioaktivität mittels eines Elektroskopes gemessen wurde. Die zu untersuchende Substanz befand sich auf einer geerdeten Platte, der in Entfernung von wenigen Zentimetern eine Platte parallel gegenübergestellt war, die mit dem Blättchen eines geladenen Elektroskops leitend verbunden wurde. Aus der Beschleunigung des Abfalls der Spannung im Elektroskop, der auch ohne Anwesenheit einer aktiven Substanz erfolgt (sogenannte natürliche Leitfähigkeit), ergab sich die Aktivität des untersuchten Materials. Nach derselben Methode arbeitete auch Mc. Coy und Goldschmidt. Wie dieser angibt, muß, um nach dieser Methode quantitative Bestimmungen ausführen zu können, die zu untersuchende Substanz so stark aktiv sein, daß durch sie die natürliche Leitfähigkeit mindestens auf das Dreifache erhöht wird. Das trat bei unseren nach ähnlicher Methode ausgeführten Messungen nur in seltenen Fällen ein, sie können daher nicht in quantitativer Hinsicht verwertet werden, was bei unseren Versuchen oft schon durch die geringe Menge des zu Gebote stehenden Materials verhindert worden wäre.

Die von uns zur Bestimmung der Radioaktivität verwandte Methode war die von Meyer und Schweidler[1] angegebene (cf. l. c. p. 764, Fig. 1). Es wird dabei die zu untersuchende Substanz mit den geladenen Teilen des Elektroskops in Verbindung gebracht und die Beschleunigung, die seine Entladung dadurch erfährt, gemessen. In den Blättchenträger eines Exner'schen Elektroskops mit Spiegelskala wurde ein Tischchen mit kreisförmiger Platte ($d = 8\,cm$) eingesetzt, die den auf den Hals

[1] Meyer und Schweidler, Untersuchungen über radioaktive Substanzen, I. Math.-naturw. Klasse, Bd. 93, p. 763 (1904).

des Elektroskops angebrachten Teller um 4 *cm* überragte. Auf den Teller wurde ein Blechtopf aufgesetzt, der ebenso wie der Teller geerdet war; auf das Tischchen wurde eine zylindrische Glasschale (innerer Durchmesser = 5·7 *cm*, Höhe = 1 *cm*) gestellt, in welche die zu untersuchenden Substanzen eingebracht wurden. Wenn nichts weiter erwähnt, wurde die Substanz als gesiebtes Pulver verwendet und bedeckte bei der Messung den Boden der Schale vollständig in der Höhe von zirka 2 *mm*. Die Glasschale war außen mit Stanniol überklebt, von dem einige Streifen über den Rand der Schale in deren Boden eingeführt wurden.

Bei den Messungen wurde immer mit Potentialen gearbeitet, die einem Ausschlage von 130 bis 150 Teilstrichen entsprachen. Er wurde immer an einem Blättchen des Elektroskops abgelesen. Seine Größe war dem Potential proportional. Es wurde nun die Zeit für den Spannungsabfall von 150 bis 130 des mit der Substanz beschickten Elektroskops gemessen und mit der Zeit verglichen, die ohne Substanz, durch sogenannte natürliche Leitfähigkeit, für diesen Spannungsabfall notwendig war. Die erstere Zeit wird im folgenden (cf. p. 187) mit M, die letztere mit L bezeichnet und in Minuten ausgedrückt. Diese Messung der natürlichen Leitfähigkeit wurde zwischen den einzelnen Messungen mit Mineralen mehrfach wiederholt. In einigen Fällen wurde der natürliche Spannungsabfall nur durch 10 Minuten verfolgt, wobei die Spannung bis durchschnittlich 135 fiel, und daraus die zum Abfall bis 130 nötige Zeit berechnet. Die so erhaltenen Werte von L sind mit einem Stern (*) bezeichnet.

Wir gehen nun zur Besprechung der einzelnen Minerale und der erhaltenen Resultate über.

Minerale der Zirkongruppe.

Es handelt sich nun um die Frage, ob auch reiner Zirkon, der frei von Einschlüssen ist, Radioaktivität zeigt oder nur verunreinigter, wobei besonders die Unterschiede zwischen grünem Zirkon und rotem Hyazinth sowie dem gewöhnlichen undurchsichtigen Zirkon in Betracht kommen.

Aus der vorhandenen Literatur geht hervor, daß eine Anzahl von braunen Zirkonen,[1] die ja auch bei der Analyse Thor- und Urangehalt zeigen, radioaktiv sind, nämlich die Zirkone von Nord-Carolina, Virginia und der Malakon von Hiterö.

Uran- und Thorgehalt des Zirkons. Einen bedeutenden analytisch nachweisbaren Gehalt an Uranoxyd zeigen die Zirkone von Rockport (Massachusetts) (analysiert durch Knowlton), von Monte Antero (analysiert von Genth), von Mino (Japan) (analysiert von Tamura). Der Gehalt ist sehr bedeutend.[2] Thoriumoxyd zeigt der Zirkon von Königshain und der von Alve (Alvit). Einige enthalten auch Yttriumoxyd und Ceroxyd (Königshain, Alve, Monte Antero, Rockport), aber auch in ceylonischen Zirkonen wurde Yttriumoxyd konstatiert. Demnach zeigen viele Zirkone Gehalt an Uranoxyd, Thoroxyd, Ceroxyd und Yttriumoxyd. Leider ist meistens nicht angegeben, ob es sich, wie man vermuten kann, in vielen Fällen nicht um mechanische Beimengungen durch eingewachsene andere Minerale handelt oder ob eine isomorphe Beimengung vorliegt. Es existieren sehr wenig mikroskopische Untersuchungen von Zirkonen und die Analysen stammen auch zum Teil aus einer Zeit, in der man auf die Reinheit des Materials keinen Wert legte. Der Zirkon ist für unsere Untersuchungen besonders wichtig, weil Joly[3] u. a. wahrscheinlich zu machen suchten, daß Zirkoneinschlüsse die pleochroitischen Höfe in Biotit, Cordierit und anderen Mineralen verursachen. Mügge[4] gelang es auch tatsächlich, künstlich ähnliche Höfe zu erzeugen, indem er das hochaktive Radiumbromid direkt auf die Minerale auflegte.

Es gibt bekanntlich sehr verschiedene Zirkone, die sich nicht nur durch die Farbe, sondern auch durch spezifisches Gewicht, Brechungsexponenten und Durchsichtigkeit unterscheiden. Die Unterschiede im spezifischen Gewicht sind enorm,

---

[1] Strutt, Proc. Roy. Soc., 1904, *73* (1905).

[2] Siehe Hintze, Mineralogie, p. 1667, und Phil. Mag., 1910, vol. 19, p. 327.

[3] Phil. Mag., März 1897.

[4] Zentralblatt f. Mineralogie, 1909, *71*, 113, 142.

4·04 bis 4·74.[1] Dieses verändert sich nun, ebenso wie die optischen Eigenschaften beim Glühen, aber eigentlich chemische Unterschiede lassen sich nicht erkennen; das geringste spezifische Gewicht hat der grüne Zirkon, das höchste ein farbloser. Wenn Einschlüsse und Poren vorhanden sind, ist das spezifische Gewicht kleiner. Glühen des betreffenden Materials erhöht es. Was die Natur des Färbemittels der Zirkone anbelangt, so haben die grünlichen jedenfalls ein anderes Färbemittel als die braunen Zirkone oder die roten Hyazinthe. In ersteren ist neben dem Eisen vermutlich Chrom[2] vorhanden, das vielleicht diese Färbungen zum Teil verursacht. Nach Spezia[3] wäre der Eisengehalt das Färbemittel im Hyazinth, aber nach Untersuchungen von Doelter läßt sich dies nicht aufrecht erhalten, sondern es dürfte ein kolloides Färbemittel, dessen Natur noch unklar ist, mitwirken. Über das Verhalten des Zirkons bezüglich Farbänderungen beim Glühen in verschiedenen Gasen findet man Angaben bei Spezia,[3] K. Simon[4] und Doelter[5] und ferner auch bei W. Hermann.[6] Daß der braune Zirkon sich bei Radiumbestrahlung anders verhält als der grüne, hat einer von uns nachgewiesen[7] und auch gefunden, daß bei gelbgrünen und grünen Zirkonen ein anderes Färbemittel vorliegt als bei braunen und dem als Edelstein verwendeten Hyazinth von roter Farbe.

Grüner Zirkon von Ceylon. Der grüne Zirkon von Ceylon nimmt bekanntlich infolge einiger verschiedener physikalischer Eigenschaften eine Ausnahmsstellung ein.[8] Er hat ein anderes spezifisches Gewicht, 4·04 bis 4·3 nach Köchlin,

---

[1] Nach Köchlin, Tschermak's Mineralogische Mitteilungen, Bd. 22, p. 370.

[2] Hermann, Zeitschrift f. anorg. Chemie, Bd. 65, p. 382 (1908).

[3] Zeitschrift f. Krystallographie, I, p. 399 (1877). Atti Ac. Tor., 1899, *34*, 906.

[4] N. Jahrbuch f. Mineralogie, Beilage, Bd. 26, p. 249 (1908).

[5] Sitzungsberichte d. kais. Akademie, Bd. 117, p. 1282 (1908).

[6] Zeitschrift f. anorg. Chemie, Bd. 65, p. 382 (1908).

[7] C. Doelter, Das Radium und die Farben, Dresden, Steinkopf, p. 39 (1910).

[8] Stefanovič, Zeitschrift f. Krystallographie, Bd. 37, p. 642, Jahrg. 1903.

die grüngelben sind schwerer als die reingrünen. Hlawatsch[1] fand bei gelbgrünen Zirkonen ein spezifisches Gewicht 4·44, einen schönen Zonenbau, wobei Kern und Hülle verschiedene Doppelbrechung besitzen. Stefanovič fand, daß es zweiachsige grüne Zirkone vom spezifischen Gewicht 4·3 gibt, die durch Glühen in den einachsigen normalen Zirkon vom spezifischen Gewicht 4·7 übergeführt werden können.

Hyazinthe von Ceylon und von Espailly (Frankreich).

Es wurden durchsichtige Krystalle von Hyazinth aus Espailly (Frankreich) und Ceylon sowohl in natürlichen Körnchen, die den Boden der Schale vollkommen bedeckten, als auch im gepulverten Zustande untersucht; außerdem noch ein schön durchsichtiger Zirkon aus Ceylon, bei dem nur einige bohnengroße Krystalle vorhanden waren, die den Boden der Schale nur zu einem Viertel bedeckten. Ebenso wurde ein Zirkon von Miasz, der undurchsichtig war, untersucht. Alle diese Proben erwiesen sich als inaktiv, d. h. sie beschleunigten den durch natürliche Zerstreuung bewirkten Abfall des Elektroskops nicht. Dasselbe zeigte sich bei einem monazithaltigen norwegischen Zirkon.

Grüner Zirkon. Das Material wurde bei der mikroskopischen Untersuchung rein befunden, insbesondere fehlten undurchsichtige Partien, die als Einschlüsse bekannter radioaktiver Mineralien zu deuten wären. Als Pulver ergab er $M = 5 \cdot 5$ und $5 \cdot 6$ bei einem $L^{*} = 16 \cdot 2$. Er bewirkte also fast eine Verdreifachung der natürlichen Leitfähigkeit. Außerdem wurde er in natürlichen bohnengroßen Krystallen, die dicht aneinander auf den Boden der Schale gelegt wurden, untersucht und ergab dabei $M = 5 \cdot 9$. Diese Zahl erscheint um zirka 10% kleiner als die am Pulver beobachtete; das erklärt sich aber daraus, daß der Boden der Schale nicht vollkommen durch die dicht aneinander anliegenden Krystalle bedeckt wurde, und es erscheint daher ganz gut möglich, auch am ungepulverten Material derartige Untersuchungen auszuführen, was besonders

[1] Köchlin, Tschermak's Min.-petr. Mitteilungen, Bd. 22, p. 370, Jahrg. 1909.

bei kostbaren Substanzen (Edelsteinen) wichtig sein wird. Um sich ein Urteil über die Stärke der hier beobachteten Aktivität zu bilden, wurde nach dem von Meyer und Schweidler[1] für die Messung von Absolutwerten der Aktivität ausgearbeiteten Verfahren die der Luft durch Uranylnitratlösung von bestimmtem spezifischen Gewicht erteilte Leitfähigkeit gemessen. Eine Lösung vom spezifischen Gewicht $S = 1 \cdot 23$, die 9 *mm* hoch in eine Schale von den geschilderten Dimensionen eingefüllt worden war, bewirkte ein $M = 1 \cdot 5$ bei einem $L = 13 \cdot 2$.

Im Gegensatz zu den p. 187 untersuchten Mineralen zeigte sich unreiner roter natürlicher Zirkonsand aus Chile aktiv. Wenn die Schale mit der Substanz beschickt worden war, ergab sich für den erwähnten Spannungsabfall von 150 bis 130 die Zeit $M = 9 \cdot 1$. Hingegen war für diesen Abfall bei leerer Schale die Zeit $L^* = 14 \cdot 3$ erforderlich. Ebenso erwies sich brauner Zirkonsand aus Lauterbach (Böhmen) als aktiv. Mit dieser Substanz konnte der Boden der Schale nur fast vollkommen in geringer Höhe zu zirka $^1/_2$ *mm* bedeckt werden. Es ergab sich $M = 7 \cdot 6$ und $7 \cdot 5$ bei einem $L = 15 \cdot 5$. Unter dem Mikroskop stellte sich dann heraus, daß ein Gemenge von weißen und gelbgrünen Zirkonkrystallen, Saphiren und nicht näher bestimmbaren undurchsichtigen Erzen (Titaneisen?) vorlag. Man kann daher nicht angeben, ob der gelbgrüne Zirkon Träger der Radioaktivität ist oder die Verunreinigungen.

Von weiteren Mineralen der Zirkongruppe wurden Zirkonoxyd ZrO_2, Rutil TiO_2, Zinnstein und außerdem auch Titanit untersucht.

Baddeleytähnliche, dunkelgraue Zirkonoxyde Favas[2] aus Minas Geraes in Brasilien erwiesen sich als aktiv. Sie ergaben in einer Schichtdicke von 3 *mm* $M = 6 \cdot 4$ und $6 \cdot 1$. Dabei war $L^* = 13 \cdot 3$. Im Anschlusse daran wurde chemisch reines Zirkonoxyd (*Zirkonium oxydatum* E. Merk) geprüft und inaktiv gefunden. Ein Rutil von Malonitz (Böhmen)

[1] Meyer und Schweidler, Untersuchungen über radioaktive Substanzen, II., Sitzungsberichte d. kais. Akademie, Bd. 113, p. 1061 (1904).

[2] Hussak und Reitinger, Zeitschrift f. Krystallographie, Bd. 37, p. 566 (1903), erwähnen keinen Thor- und Urangehalt.

wurde inaktiv gefunden, ebenso Zinnstein aus Banca (Indien). Ferner wurden zwei Krystallplatten von Titanit aus Pfitsch untersucht, sie ergaben keine Aktivität, doch wollen wir in einer späteren Abhandlung auf diesen Punkt noch einmal zurückkommen.

Monazit.

Diamantführender Monazitsand aus Bahia (Brasilien) erwies sich, wie zu erwarten, als stark aktiv, er ergab $M = 7 \cdot 1$ und $7 \cdot 8$ bei einem $L^* = 13 \cdot 3$. Das Material bestand nicht aus reinem Monazit.

Ferner wurde ein Monazitkrystall von Moss (Norwegen) untersucht. Er war vor der Messung mit Paraffin bekleidet worden mit Ausnahme einer gut ausmeßbaren Orthopinakoidfläche vom Flächeninhalt $9 \cdot 1\, cm^2$. Er ergab ein $M = 2 \cdot 7$ und $3 \cdot 0$ bei $L = 14 \cdot 2$. Der Monazit war nicht ganz rein, er enthielt braune, undurchsichtige Einschlüsse; indessen muß die Radioaktivität nicht sicher auf Rechnung dieser Einschlüsse geschrieben werden, da ja eine isomorphe Beimengung von Thoriumorthophosphat auch möglich wäre und auch in einigen Monaziten mit Recht angenommen wird. Allein dies ist doch noch nicht entschieden, da nach Penfield[1] die Monazite öfters Einschlüsse von Thorit oder vielmehr von seinen Umwandlungsprodukten enthalten. Ähnliches beobachtete auch O. Mann.[2] Es wird sich die Notwendigkeit ergeben, die Monazite in dieser Hinsicht weiter zu untersuchen, insbesondere nach Entfernung etwaiger Thoriteinschlüsse, um zu entscheiden, ob die Radioaktivität des Monazits eine erborgte ist oder der Substanz in Wirklichkeit zukommt

Baryte.

Da von Knett[3] an den Barytkrystallen der Karlsbader Thermen auf photographischem Wege Radioaktivität konstatiert wurde, wurden verschiedene Sorten von verschiedenem Vorkommen untersucht. Es wäre nämlich bei der Isomorphie von $BaCl_2$ mit $RaCl_2$ möglich, daß auch im schwefelsauren Baryt

---

[1] Am. Journ., *24,* 250 (1882), ferner *36,* 317 (1888).

[2] Inaugural-Dissertation. Dresden 1904.

[3] Sitzungberichte der kais. Akad., Bd. 113, p. 753.

etwas Radium vorkommt; allein Baryte von Rabenstein (Tirol), Přibram, Mies, Brixlegg (letzterer Sr-haltig) erwiesen sich inaktiv.

Flußspat.

Ein aus Grönland stammender derber, stark verunreinigter, yttriumhaltiger Flußspat, der radioaktiv sein soll, ergab auch tatsächlich $M = 9 \cdot 0$ bei $L = 16 \cdot 4$. Wir unterwarfen einen dunkelviolett gefärbten Flußspat von Schlaggenwald der Untersuchung, konnten aber keine Radioaktivität konstatieren. Es ist dies merkwürdig, weil die Färbung wahrscheinlich durch Radiumstrahlen hervorgebracht wird und man daher Einschlüsse radioaktiver Substanzen vermuten könnte. Hingegen erwies sich Stinkflußspat aus Wölsendorf aktiv (Schichtdicke $= 3 \cdot 5$ *mm*). Er ergab $M = 11 \cdot 0$ bei $L = 16 \cdot 4$.

Schließlich sei erwähnt, daß eine Krystallgruppe von Magnetkies von Loben in Kärnten auch auf ihre Aktivität untersucht wurde. Es ließ sich keine Aktivität bestimmt konstatieren, doch behalten wir uns vor, auf diese Frage später zurückzukommen.

Resultate.

Zirkon zerfällt in mehrere Varietäten. Die grünen, reinen sind radioaktiv, die untersuchten reinen roten und braunen nicht. Es läßt sich vorläufig nicht entscheiden, ob die undurchsichtigen braunen Zirkone wie die grünen ihre Aktivität einer isomorphen Beimengung von Thoriumoxyd verdanken oder einer Verunreinigung. Monazit ist vielleicht kein radioaktives Mineral, sondern durch Beimengungen von Thorit radioaktiv geworden. Ferner wurden Rutil, Zinnstein, Baryte u. a. untersucht und erwiesen sich als inaktiv. Von Flußspaten erwiesen sich einige als aktiv.

Der physikalische Teil dieser Arbeit wurde im II. physikalischen Institute der Technischen Hochschule in Wien ausgeführt. Für Überlassung des Arbeitsplatzes sprechen wir Herrn Prof. Mache unseren verbindlichsten Dank aus. Die untersuchten Minerale wurden uns größtenteils vom k. k. Naturhistorischen Hofmuseum Wien freundlichst zur Verfügung gestellt, wofür wir Herrn Direktor Berwerth unseren verbindlichsten Dank aussprechen.

Die physikalischen Grundlagen der Blütenfärbungen

von

Franz Exner, und **Sigm. Exner,**

w. M. k. Akad. w. M. k. Akad.,

Professor der Physik an der Universität in Wien. *Professor der Physiologie an der Universität in Wien.*

(Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Jänner 1910.)

Inhalt.

A. Die Blütenfarben in der Natur (Sigm. Exner).

Wenn die altehrwürdige Bezeichnung der Botanik als doctrina amabilis in dem ästhetischen Genuß ihren Grund hat, den die Beschäftigung mit den mannigfaltig und oft so grotesk gestalteten, vor allem aber farbenprächtigen Blüten der Phanerogamen gewährt, so wissen wir, dank dem orginellen Blick und den gründlichen Untersuchungen Köhlreuter's und Ch. Darwins, daß wir diesen Genuß in erster Linie unseren

kleinen Mitbewohnern der Erde, den Insekten verdanken. Sie sind es, deren einzelne Arten, in Symbiose mit gewissen Pflanzen lebend, diese letzteren in ihrer phylogenetischen Entwicklung veranlaßt haben, ihre keimtragenden Organe so zu gestalten, daß sie, gleich einer aufgepflanzten Fahne, die Aufmerksamkeit von weither auf sich zu lenken vermögen; so wird der für die Erhaltung der Pflanzen- wie der Tierart wichtige Kontakt der beiden begünstigt. Wie man mit Recht erwartet, daß eine Tierspecies, welche Stimme hat, auch zu hören vermag, eine solche, die stumm ist, auch kein Gehör besitzt (die meisten Fische, in gewissem Sinne wohl alle), so wird man auch angesichts des Farbenreichtums unserer Blütenwelt voraussetzen können, daß die Insekten nicht nur hell und dunkel zu unterscheiden vermögen, sondern auch Farben. Denn die Stimme setzt einen komplizierten Apparat zur Erzeugung von Schallwellen voraus, der sich kaum entwickelt haben dürfte, wenn er der Tierart nicht irgendwie nützlich wäre, und dieser Nutzen wird im allgemeinen durch die Verständigung mit Tieren derselben Art gegeben sein. Ebenso ist, wie wir sehen werden, die Farbe der Blüten durch bestimmte Organisationen bedingt, die sich auch in ihrer Mannigfaltigkeit kaum entwickelt haben dürften, wenn sie der Pflanze nicht bei ihrer Erhaltung von Vorteil gewesen wären.

Wenn wir aber schon auf Grund solcher Betrachtungen ein Farbensehen der Insekten voraussetzen, ist es doch geboten, sich dessen bewußt zu sein, daß damit nicht gesagt ist, sie sähen die Farben so, wie wir sie sehen. Wissen wir ja doch, daß wir ein ganzes Leben lang mit einem Menschen verkehren, mit ihm unzählige Gespräche über Bilder und anderweitige farbige Objekte führen können und erst am Ende des Lebens darauf aufmerksam werden, daß dieser Mensch farbenblind ist, was auch ihm unbekannt war, bis es besondere, darauf gerichtete Experimente erwiesen haben. Die Existenz der Farbenblindheit als eine überaus häufig vorkommende Anomalie wurde ja erst in neuerer Zeit entdeckt (durch John Dalton 1798), und die wenigsten Menschen wissen, daß sie im Dämmerungslichte (bei »dunkeladaptiertem Auge«) die Helligkeit zweier Farben ganz wesentlich anders beurteilen als am Tage (bei »helladap-

tiertem Auge«). Wenn man am Tage in unseren Feldern eine gewöhnliche Mohnblume *(Papaver Rhoeas)* und eine Kornblume *(Centaurea cyanus)* pflückt und zu beurteilen sucht, welche derselben die hellere ist, so wird man darüber zweifelhaft sein können. Betrachtet man dieselben Blumen nach Eintritt der Dämmerung oder gar bei Mondlicht, so erklärt man sofort die Kornblume für viel heller; die Mohnblume erscheint fast schwarz (Purkinje'sches Phänomen).

Wenn also anscheinend normale Menschen und wenn derselbe Mensch unter verschiedenen Umständen so sehr verschieden sehen, werden wir uns hüten müssen, unser Farbensehen anthropozentrisch bei den Insekten vorauszusetzen.

Die physikalische Grundlage des Sehens ist das Licht, d. h. jene Ätherwellen, welche — soweit sie für uns in Betracht kommen — von der glühenden Sonnenoberfläche ausgehend, nach Durchsetzung des Weltraumes die Erde treffen. Es sind aber nicht gleichartige Wellen, sondern Wellen von recht verschiedener und allmählich abgestufter Länge. Dringt ein Bündel dieser Wellen in unser Auge, so haben wir trotz der Verschiedenheit ihrer Längen einen einheitlichen Eindruck, den wir Weiß zu nennen pflegen. Ob das Insekt auch einen einheitlichen Eindruck hat, können wir nicht wissen. Daß er einheitlich ist, d. h. daß wir von der Verschiedenheit der Wellenlängen nichts empfinden, ist nicht selbstverständlich, wie sich sogleich ergibt, wenn wir an das Ohr denken, dessen Funktionen auch der Wahrnehmung von Wellen dient. Würden zahlreiche Schallwellen von ähnlich abgestufter Länge in unser Ohr eindringen, so würden wir keinen einheitlichen Eindruck gewinnen. Dabei kommt weiter in Betracht, daß die längsten und die kürzesten der von der Sonne kommenden Lichtwellen auf unser Auge überhaupt keinen Eindruck machen. Ist das auch bei den Insekten der Fall?

Ordnen wir die in jenem Lichtbündel enthaltenen Strahlen verschiedener Wellenlänge nach der Größe dieser letzteren an, so erhalten wir das Spektrum. Die Strahlen der größten Wellenlängen, welche, auf unser Auge wirkend, eine Lichtempfindung auslösen, machen auf uns einen in keiner Weise beschreibbaren Eindruck, den wir aber als einen anderen, ebenso unbeschreib-

baren Eindruck erkennen als jenen, den Strahlen von kleineren Wellenlängen erzeugen. Wir benennen den ersteren Eindruck als den des Rot, den letzteren z. B. als den des Orange. So geht es weiter bis zum Ende des sichtbaren Teiles des Spektrums, dessen Wellen in uns die Empfindung des Violett erzeugen.

Wir können nun zählen — und man hat das getan — wie viele eben merklich voneinander unterscheidbare Farbenempfindungen uns diese Reihenfolge von Wellenlängen ergibt. Aber wir haben keinen Anhaltspunkt zu behaupten, daß diese »Empfindlichkeit für den Farbenton« bei den Insekten dieselbe oder auch nur annähernd dieselbe ist.

Wenn wir die Energie im physikalischen Sinne bestimmen, die durch die den einzelnen Anteilen des Spektrums zugehörigen Lichtwellen repräsentiert ist, so erhalten wir eine Kurve, deren Lage und Verlauf sich ganz wesentlich unterscheidet von der Kurve, welche uns ein Bild des Helligkeitseindruckes gibt, den die verschiedenen Anteile des Spektrums in uns hervorrufen. Genauer gesagt: uns erscheint das Spektrum am hellsten im Gelb, das Maximum der Energie der Lichtwellen liegt aber im Ultrarot und ist im Rot und Orange immer noch größer als im Gelb. Welcher Teil im Spektrum erscheint den Insekten am hellsten? Und wenn schon, wie eben gesagt, die Helligkeitsempfindung eines Menschen für gewisse Farben sich ändert, je nachdem er im Tageslicht oder in der Dämmerung verweilt hat, wird dann vorauszusetzen sein, daß alle Insekten gegebene Farben gleich hell sehen? Da gibt es gewiß Variationen von Art zu Art.

Im folgenden wird sich die Tatsache ergeben, daß alle Blütenfarben mehr oder weniger ungesättigt sind; indem das von den Blütenblättern zurückgeworfene und in unser Auge gelangende Licht aus Strahlen von sehr verschiedenen Wellenlängen besteht. Es erscheint dann farbig, wenn von den Strahlen gewisser Wellenlängen wenig, von den Strahlen anderer Wellenlängen viel absorbiert, d. h. in eine andere Form von kinetischer oder potentieller Energie umgewandelt worden ist. Es wirken dann also auf unser Auge immer Strahlen von recht verschiedenen Wellenlängen, vielleicht von allen Wellenlängen,

die im weißen Lichte vorhanden sind, nur ist das Verhältnis der Energien dieser Strahlen ein anderes geworden, wie es im weißen Lichte war.

Wenn aber Strahlen verschiedener Wellenlängen auf unser Auge einwirken, so entsteht in uns eine Empfindung, die mit den Empfindungen, welche die Strahlen, einzeln wirkend, erzeugt hätten, keine Ähnlichkeit zu haben braucht. Läßt man z. B. gleichzeitig mit einem gewissen Abschnitt des Spektrums, der uns die Empfindung Rot liefert, einen anderen Abschnitt des Spektrums, der uns die Empfindung eines gewissen Grünblau liefert, auf das Auge wirken, so gewinnen wir die Empfindung von Weiß, also dieselbe Empfindung, als hätten alle Strahlen des Sonnenspektrums gewirkt. Daß man es hier mit einer physiologischen Erscheinung zu tun hat, leuchtet sofort ein, wenn man bedenkt, daß zwei Töne von verschiedener Höhe, auf unser Ohr wirkend, niemals einen Eindruck erzeugen könnten, der von dem zahlreicher gleichzeitig wirkender Töne nicht zu unterscheiden wäre. So wie hier Rot und Grün gibt es aber unzählbare Farbentöne, welche, paarweise wirkend, denselben Eindruck des Weiß hervorrufen (Komplementärfarben). Wir wissen nun durchaus nicht, ob es bei den Insekten auch solche Farbenpaare gibt, noch weniger, ob diese Farbenpaare dieselben sind.

Wegen dieser Eigenschaft unserer Augen erscheinen uns viele Blumenfarben weißlich, d. h. ungesättigt, sie können aber anderen Wesen anders erscheinen.

Ich will vorgreifend betonen, daß wir allerlei Einrichtungen an den Blumenblättern kennen lernen werden, welche eine relativ große Sättigung ihrer Farben bewirken. Folgerichtig müssen wir aus den vorstehenden Betrachtungen entnehmen, daß für das Insekt diese gesättigten Blütenfarben auffallender sind als ungesättigte (gleiche Helligkeit vorausgesetzt), wie das bei uns der Fall ist. Und wenn man die Farbenpracht der alpinen oder der nordischen Blüten gleichsam mit der Intensität ihrer auf einen kurzen Sommer zusammengedrängten Vegetationsperiode in Zusammenhang gebracht hat, so bedeutet das von unserem Standpunkte doch wohl nur ein rascheres Auffinden der Blüte durch das Insekt, das mit dem Suchen weniger

Zeit verlieren darf als in der Ebene oder in gemäßigten Klimaten; die Blume »schreit« durch ihre Farbe nach dem Insekt.

Wir würden aber zu weit gehen, wollten wir daraus schließen, daß es für das Insekt Komplementärfarben gibt oder, was damit gleichbedeutend ist, daß es Lichter, die einen großen Teil der Wellenlängen des Spektrums enthalten, auch als weißliche empfindet. Es kann vielmehr die gesättigte Farbe auch deshalb einen größeren Eindruck hervorrufen, weil nach einem allgemeinen sinnesphysiologischen Gesetz ein gegebener Reiz um so mehr unsere Aufmerksamkeit auf sich lenkt, je weniger andere Reize und besonders Reize verwandter Art auf uns einwirken. Im Gebiete des Schalles gibt es kein Analogon der Komplementärfarben, aber der Pfiff eines Vogels wird leichter die Aufmerksamkeit seines Kameraden erwecken, wenn er hauptsächlich aus einem für das Tier charakteristischen Ton von bestimmter Höhe besteht, als wenn er aus diesem Ton und noch zahlreichen anderen besteht, die alle zusammen ein unharmonisches Geräusch bilden.

Wir können vielmehr — die Einrichtungen der Blütenblätter zur Erzeugung gesättigter Farben als Lockeinrichtungen für die Insekten vorausgesetzt — daraus nur folgern, daß die Lichter verschiedener Wellenlängen in diesen Tieren verschiedene Empfindungen hervorrufen, d. h. daß sie überhaupt Farben sehen.

Darüber dürfte aber heute wohl kaum mehr ein Zweifel herrschen. Seit Jahrhunderten pflegen die Bienenzüchter, die viele Stöcke nebeneinander gestellt haben, diese oder doch wenigstens das Anflugbrettchen derselben mit verschiedenen Farben zu bemalen, um den heimkehrenden Bienen das Auffinden ihres Stockes zu erleichtern, und die speziell darauf gerichteten Untersuchungen, die in neuester Zeit wesentlich durch Experimente von Felix Plateau angeregt wurden, haben diese Tatsache wohl zur allgemeinen Annahme gebracht. Der genannte Forscher hat nämlich in einer Reihe von Untersuchungen, deren erste aus dem Jahre 1895 stammt,[1] auf die große Bedeutung des Geruchsinnes beim Auffinden der Blüten

[1] Comment les fleurs attirent les insectes. Bullet. der Brüsseler Akademie.

durch Insekten aufmerksam gemacht und glaubt, auf Grund seiner Beobachtungen diesem eine weit größere Rolle zuschreiben zu müssen als dem Gesichtssinn. Wiewohl er das Sehen der Blütenfarben den Insekten nicht abspricht, haben sich doch Forel[1] und E. Giltay[2] veranlaßt gesehen, eingehende Experimente über die Bedeutung des Gesichtssinnes beim Auffinden der Blüten auszuführen, die ganz unzweideutig ausgefallen sind. Beraubt man, wie letzterer gezeigt hat, eine Mohnblume ihrer Blütenblätter, so hat sie den größten Teil der Anziehungskraft für Bienen und Hummeln verloren. Zahlreiche und wohl durchdachte Kontrollversuche bürgen dafür, daß dieser Effekt nicht etwa auf dem Wegfall eines Duftes u. dgl. beruht.

Ich darf bei dieser Gelegenheit wohl von alten, aus der Zeit vor Plateau's Versuchen stammenden Experimenten berichten, die ich, ohne Aufzeichnungen darüber zu machen, fast als Spielerei an heißen Ferialtagen angestellt habe. Es war an einem mit zahlreichen Blumen und niedrigem Gebüsche bedeckten Bergabhang, an dem sich allerlei Insekten herumtummelten, von Blüte zu Blüte fliegend, wo ich mir den Spaß machte, dieselben durch verknüllte Schnitzelchen färbigen Papiers zu täuschen, indem ich solche Farbe wählte, wie sie näherungsweise einer der vielen dort blühenden Blumen entsprach und das Schnitzelchen an einem Grashalm oder dergleichen befestigte. Ein Insekt, von einer dieser Blumen zur anderen fliegend, nahm verhältnismäßig häufig seinen Weg nach meinen Schnitzelchen, augenscheinlich getäuscht. Soviel ich mich erinnere, hat es sich nie auf das Papier gesetzt, ist aber bis auf Zentimeter nahe gekommen, vielleicht auch auf Bruchteile eines Zentimeters.

Diese Täuschungen können nur durch die Farbe bedingt gewesen sein.

Daß wenigstens manche Insekten keine sehr feine Farbenempfindung haben, möchte ich aus folgendem schließen. Jedem Naturbeobachter ist wohl das Bild eines Weißlings *(Pieris)* in Erinnerung, der von seinem Sitz auffliegt, weil in der Nähe

---

[1] Das Sinnesleben der Insekten. München 1910.

[2] Pringsheim's Jahrbücher der Botanik, 40. Bd, 1904.

ein anderer Weißling vorbeifliegt. Es ist wahrscheinlich ein Männchen, das den vorbeifliegenden für ein Weibchen hält und sich nun in der Luft um dasselbe herumtummelt, aber sogleich wieder von demselben abläßt, vermutlich, wenn dieses auch ein Männchen ist, oder längere Zeit mit ihm, es umgaukelnd, dahinzieht, bis sich das Weibchen zur Begattung niederläßt. Da habe ich nun wiederholt gesehen, daß ein Weißling ganz ebenso einen vorbeifliegenden Aurorafalter *(Anthocharis cardamines)* attackiert, allerdings um ihn sofort wieder zu verlassen. Er muß also die gelbe Farbe des letzteren, die uns auf diese Entfernungen ganz deutlich ist, nicht erkannt haben.

Läßt man ein weißes Papierschnitzelchen durch den Wind dahintreiben, so kann man auch so den Weißling täuschen. Er fliegt nach dem Schnitzelchen.

B. Entstehung der Blütenfarben (Sigm. Exner).

Vergleicht man die Farben der Tierwelt mit denen der Pflanzenwelt in Beziehung auf ihre Entstehung aus dem beleuchtenden weißen Sonnenlicht, so muß man die der Pflanzenwelt geradezu armselig nennen. Es ist, als hätte die Natur alle ihre Kunstgriffe auf die Tiere verwendet; da gibt es Oberflächenfarben, Interferenzfarben, Farben dünner Blättchen, die Farben trüber Medien usw., welche, erzeugt durch zum Teil höchst komplizierte Einrichtungen, einen ungeheueren Reichtum an Farben und Glanzeffekten bewirken, während in der Blütenwelt fast nur die gewöhnliche Absorptionsfarbe, das Pigment, eine Rolle spielt und höchsens noch einige Phänomene des Glanzes modifizierend für den Gesamteindruck mitwirken.

Auch der ganze Farbenwechsel des Tierreiches, der eine Anpassung an die jeweils obwaltenden äußeren Verhältnisse wenigstens in den meisten Fällen darzustellen scheint, bei Fischen, Amphibien und Reptilien zu überaus augenfälligen Erscheinungen führt und beim Chamäleon sprichwörtlich geworden ist, dürfte bei den Blüten vollkommen fehlen. Obwohl für die grünen Pflanzenteile ein solcher durch Beleuchtung und andere äußere Einflüsse bedingte Wechsel, der auf Umlagerung

und Gestaltsveränderung der Chloroplasten in den Zellen beruht, längst bekannt und in neuester Zeit durch G. Senn[1] eingehend studiert worden ist, sagt dieser,[2] daß die gelben Chromoplasten der Blüten »einer photischen Anordnung wohl nie fähig sind«.

Aber selbst was die Pigmentfarben der Pflanzen betrifft, scheint es, als wären der sonst so erfindungsreichen Natur die Gedanken ausgegangen, denn immer und überall stoßen wir wieder auf die Anthokyane in ihren den verschiedenen Graden der Säuerung und der Alkaleszenz entsprechenden Färbungen zwischen Rot durch Violett zum Blau und dem selbst solcher bedeutenden Modifikationen entbehrenden Anthoxanthin.

Ich brauche mich hier nicht auf die Erläuterung der Fragen einzulassen, in welchem Verwandtschaftsverhältnis die Anthokyane zu manchen anderen der beschriebenen Pflanzenfarbstoffe und zum Erythrophyll stehen, ebensowenig über die Beziehungen des Anthoxanthins zum Xanthophyll, Carotin und anderen gelben Farbstoffen, verweise in dieser Beziehung vielmehr auf die bekannten Lehrbücher der Pflanzenphysiologie und Chemie;[3] für unsere Zwecke genügt es hervorzuheben, daß alle von mir untersuchten Blüten ihre Farben den genannten Farbstoffen und ihren Modifikationen verdanken und daß sie also sämtlich als echte Pigmentfarben durch Absorption gewisser Teile des Spektrums zustande kommen.

Schon eine einfache Untersuchung ergibt, daß z. B. das volle und opake Rot einer Pelargonie entsteht, indem das weiße Sonnenlicht, während es durch die gefärbten Epithelzellen hindurchdringt, einen Teil der kurzwelligen Strahlen durch

---

[1] Die Gestalt und Lageveränderungen der Pflanzenchromatophoren. Leipzig 1908.

[2] p. 184.

[3] Vgl. J. Wiesner, Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Wien 1898, p. 216.

Pfeffer, Handbuch der Pflanzenphysiologie.

G. Tobler, Über Anthokyane. Sammelreferat. Naturw. Rundschau, 22, p. 652.

v. Fehling, Handwörterbuch der Chemie, 1875, II. Bd., p. 104,

Gmelin, Handbuch der Chemie, IV. Bd., p. 144.

Beilstein, III. Bd., 3. Aufl., p. 651.

Czapek, Biochemie der Pflanzen.

Absorption verliert, daß es dann an einer alsbald näher zu beschreibenden Schicht von lufthältigen Intercellularräumen des Mesophylls nach allen Richtungen reflektiert wird, somit nochmals durch die Epithelzellen hindurchdringend, noch vollkommener von den kurzwelligen Strahlen befreit wird. In das betrachtende Auge gelangen somit stark rot wirkende Strahlen, wo immer es sich auf der Seite des Blattes befindet, von welcher das Sonnenlicht aufgefallen war.

Eine lichter oder bläulicher (rosarot) gefärbte Pelargonienblüte könnte sich von der genannten — so dachte ich und dies war der Ausgang der vorliegenden Untersuchungen — dadurch unterscheiden, daß zwischen den roten Epithelzellen auch ungefärbte oder blau gefärbte eingeschaltet sind, aber auch dadurch, daß die Farbe jeder Epithelzelle lichter oder bläulicher ist. Die mikroskopische Untersuchung zeigte sofort, daß das letztere der Fall ist. Es ist also auch hier der einfachste Weg eingeschlagen, den Farbeneffekt zu erzielen.

So ist es nun überall die Absorption eines Teiles des einfallenden Lichtes, welche die Blütenfarben bedingt, ob das absorbierende Pigment nun gelöst oder in körnigem oder, wie es auch häufig vorkommt, in krystallinischem Zustand in den Zellen enthalten ist. Je beschränkter der nicht absorbierte Teil des Spektrums ist und je vollkommener dieser von dem Farbstoff hindurchgelassen wird, desto gesättigter ist die Farbe des Blumenblattes. Ja, man findet Zellen, die den Farbstoff in so konzentrierter Form enthalten, daß selbst die Wellenlängen, für welche er am durchlässigsten ist, größtenteils absorbiert werden, so daß das Blütenblatt fast schwarz erscheint. Das habe ich bei den sogenannten »schwarzen« Gartenstiefmütterchen gefunden. Der Farbstoff ist aber auch hier noch blau, wie sich zeigt, sobald man ihn in dünnen Schichten vor sich hat.

Nun zeigen Blütenblätter aber auch vollkommen schwarze Stellen. Diese entstehen in anderer, unten zu besprechender Weise. Ein Pigment, das, wie etwa Tusche, alle Farben des Spektrums gleichmäßig absorbiert, habe ich in der Pflanzenwelt nicht gefunden.[1]

---

[1] Prof. v. Wettstein teilte mir mündlich mit, daß ein solches bei *Vicia Faba* vorkomme.

Der gelbe Farbstoff, Anthoxanthin, ist am häufigsten in Form von rundlichen, bisweilen aber auch sich gegenseitig abplattenden Körnchen (Chromatophoren) in den Zellen enthalten, wie ich es z. B. bei einem schwefelgelben Gartenstiefmütterchen fand, bei dem die Chromatophoren hauptsächlich an der Basis der Epithelzellen liegen, ähnlich wie es für ein anders gefärbtes Stiefmütterchen, dessen Epithelzellen auch blauen Farbstoff enthielten, die Abbildungen Fig. 7 zeigen. Da, wo die Blattfläche mit Haaren besetzt ist, finden sich auch in diesen die gelben Chromatophoren, und zwar auch noch in der letzten, die Spitze des Haares bildenden Zelle (Innenfläche der großen Blütenblätter) der Sonnenblume *(Helianthus annuus)*. Der Farbstoff kommt aber auch anscheinend gelöst, d. h. in gleichmäßiger Verteilung den Zellinhalt erfüllend vor. Vgl. Fig. 1, welche einige Epithelzellen von der Innenfläche des Blütenblattes des *Ranunculus acer* in der Flächenansicht darstellt. Man erkennt darin auch Krystalldrusen, die eine rote Farbe zeigen, aber wahrscheinlich aus demselben Farbstoff in ungelöster Form bestehen. In einzelnen Zellen sind auch zwei und mehr derselben enthalten. An der Rückseite desselben Blattes ist ein ähnliches Epithel, doch fand ich darin die Krystalldrusen nicht. Setzt man Wasser dem Präparat zu, so bilden sich aus dem Farbstoff gelbe Krümeln.

Bei anderen Blüten, z. B. einem gelben Stiefmütterchen, ist der Farbstoff in Form gelber Chromatophoren besonders an der Basis angehäuft.

Der rote Farbstoff, der leicht bis in das Blau variiert, pflegt gelöst im Zellsafte vorzukommen, ändert häufig sehr leicht seine Farbe und geht auch in die umgebende Untersuchungsflüssigkeit (0·7 prozentige Kochsalzlösung oder Wasser) über. Auch er aber kommt in Krystallform in den Zellen vor. (Vgl. hierüber die eingehende Untersuchung von Molisch,[1] in der dieser Farbstoff in chemischer Beziehung studiert wird.)

Nur verhältnismäßig unbedeutende Farben- und Lichteffekte sind es, welche, abgesehen von den einfachen optischen Vorgängen der Pigmentabsorption, den Gesamteindruck eines

---

[1] Über amorphes und krystallinisches Anthokyan. Botanische Zeitung, 1905.

Blütenblattes modifizieren. Von diesen soll nunmehr die Rede sein.

I. Das Tapetum.[1]

Mit dem Namen »Tapetum« hat man früher in der Histologie der tierischen Organismen eine pigmentierte Auskleidung oder einen solchen Belag bezeichnet, während dieser Name jetzt fast nur mehr angewendet wird für eine das einfallende Licht in seiner ursprünglichen oder doch nahezu in der ursprünglichen Zusammensetzung so reflektierende Schichte, daß dasselbe nach allen Richtungen hin zerstreut wird. Man nennt die das Leuchten der Augen von Raubtieren, Wiederkäuern usw. bedingende Schichte der Aderhaut Tapetum, ebenso auch analoge Schichten im Auge von Krebsen. Ein solches Tapetum, isoliert, macht immer den Eindruck einer weißen Fläche, nicht in dem Sinne, wie eine farblose Glasscheibe eine weiße Fläche bildet, sondern in dem Sinne der weißen Fläche eines Papierblattes. Es genügt daran zu erinnern, daß dieser optische Effekt dann entsteht, wenn sich auf engem Raume zahlreiche unregelmäßig angeordnete Grenzflächen zwischen zwei oder mehreren farblosen und durchsichtigen Medien von verschiedenem Brechungsindex und einer solchen Kleinheit befinden, daß sie dem menschlichen Auge nicht einzeln sichtbar werden. An jeder dieser Flächen findet dann sowohl Brechung als auch Reflexion des dieselbe treffenden Lichtstrahles statt, so daß von derselben Licht auch nach der Seite, von welcher es gekommen ist, zurückgeworfen wird und dem Auge wegen der unregelmäßigen Anordnung der kleinen Grenzflächen, wo immer es sich hier befindet, zufließt, welches Licht in bezug auf seine farbige Zusammensetzung wesentlich unverändert ist. Je größer der Unterschied der Brechungsindices der Medien, desto günstiger sind die Bedingungen für die Entstehung dieses Eindruckes der weißen Fläche, da dann sowohl die Brechungen wie die Reflexionen stärker sind. Dabei können

---

[1] Es sei ausdrücklich hervorgehoben, daß ich hier das Wort »Tapetum« nicht in dem Sinne der Botanik, sondern in dem tierischer Histologie gebrauche, wie im Texte ausgeführt ist.

die beiden Medien feste Körper sein (Kremserweiß als Malerfarbe, d. i. in Harz eingetragen; weiße Glasur), beide flüssig (Milch; Ölemulsion) oder eines fest, das andere flüssig (Aufschwämmung von Stärke oder Kreide in Wasser), eines fest, das andere gasförmig (Eiskrystalle und Luft, d. i. Schnee; Papier) oder endlich eines flüssig, das andere gasförmig (Seifenschaum).

Es ist längst bekannt, daß die sogenannte »weiße« Farbe (Weiß ist eigentlich keine Farbe) der Blüten nach demselben Prinzip entsteht und daß hier die optisch wirksamen Medien in allererster Linie die Zellen der mittleren Schichte des Blütenblattes einerseits und die in unregelmäßig geformten, zwischen diesen gelegenen Räumen befindliche Luft andrerseits sind. Es genügt, daran zu erinnern, daß jedes Blatt aus einer inneren und einer äußeren Eipthellage besteht, zwischen denen eine dickere Zellage, das Mesenchym, angeordnet ist, welche die Gefäßbündel führt. Jene Luftmassen bewirken die Undurchsichtigkeit dieser Zellschichte bei Untersuchung mit dem Mikroskop im durchfallenden Lichte und die Helligkeit derselben bei Untersuchung im auffallenden Lichte. Will man letztere Wirkung beobachten, so muß man das mit einer schwachen Objektivlinse tun, da nur diese genügend weit vom Präparat entfernt ist, um dem einfallenden Lichte den Zutritt zum Präparat nicht zu versperren. Oder man beleuchtet geradezu mittelst einer Sammellinse von oben.

Daß die zwischen den Zellen eingeschlossene Luft das hauptsächlichste Moment der Weißfärbung darstellt, ergibt sich auch aus folgendem Versuche: Ich legte eine weiße Hyazynthenblüte in eine mit Wasser gefüllte Eprouvette und hielt sie mittels eines Wattebausches unter der Oberfläche. Dann brachte ich die Eprouvette unter die Luftpumpe. Natürlich entwich die Luft aus der Blüte. Nach neuerlichem Zutritt der Luft hatte die nun herausgehobene Blüte ihre Opazität verloren und war so durchscheinend geworden, daß man durch den röhrenförmigen Anteil des Perigons die gelben Staubfäden erkennen konnte. Die Wandlung, die sie in ihrem Aussehen erfuhr, war ganz ähnlich der, die ein Papier durch einen Fettfleck erfährt und hat natürlich auch dieselbe Ursache. Die Brechungen

und Reflexionen an der Grenze zwischen den Zellen und den Intercellularräumen sind nun vermindert worden, weil an die Stelle der die letzteren erfüllenden Luft Flüssigkeit getreten war. Ich gebe in Fig. 2 photographische Aufnahmen ein und derselben Stelle einer solchen Zwischenzellenschichte aus dem Perigon eines Maiglöckchens (*Convallaria majalis*), eingelegt in ClNa-Lösung von 0·7 %, Fig. 2 *A* vor, Fig. 2 *B* nach Auspumpen der Luft.

Dasselbe Prinzip des Entstehens weißer Flächen ist übrigens in der Blütenwelt auch noch in anderer Weise verwendet. Jedermann kennt das Weiß der Baumwolle und der Botaniker weiß, daß die Fäden derselben unter dem Mikroskop als glasig durchsichtige Gebilde erscheinen. Solche weiße Behaarung zeigen nun auch manche Blüten. Es hat mich interessiert, bei einer recht auffallenden »Blüte« dieser Art, dem Edelweiß (*Gnaphalium leontopodium*), den Brechungsindex eines solchen frischen Pflanzenhaares zu bestimmen. Es geschah mit Hilfe des Mikrorefraktometers[1] und ich fand denselben um die Zahl

$$n = 1\cdot5492.$$

Auch an der getrockneten Baumwolle, wie sie als Brun'sche Watte in Handel kommt, fand ich nur einen spurweise höheren Brechungsindex. Dort hat man es aber mit einem lebenden Gebilde zu tun, dem Faden, der noch mit der Zelle im organischen Zusammenhang steht, wie ich das in der Fig. 3 von derselben »Blüte« im frischen Zustande gezeichnet habe. Die gefundene Zahl liegt auch innerhalb der Werte, welche Holzfasern zeigen.[2] Es ist also eine besondere Leistung der Natur, an der lebenden Blüte ein Gebilde von so bedeutendem Brechungsindex und damit das schöne Weiß an derselben hervorzubringen. Ich spreche hier natürlich von den nicht den eigentlichen Blüten angehörigen Blättern, die den Stern des Edelweißes bilden.

---

[1] Vgl. Sigmund Exner, Ein Mikrorefraktometer (Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 25). Die verwendete Flüssigkeit war ein Gemisch von Anilin und Terpentinöl.

[2] Vgl. die neueste Arbeit darüber: Josef Schiller, Optische Untersuchungen von Bastfasern und Holzelementen. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXV, Abt. I, November 1906.

Eine besondere Rolle spielt aber das Tapetum auch bei farbigen Blüten. Jeder Beobachter wird bemerkt haben, daß sich diese häufig durch ganz besondere Helligkeit und Sättigung von anderen durch Pigmentfarben gefärbten Objekten auszeichnen. Man kann behaupten, daß diese auf der Wirkung des Tapetums beruhen.

Denken wir zunächst an eine durch Anthokyan gefärbte Blüte. Der Farbstoff ist wie allgemein bekannt in den Epithelzellen der inneren und der äußeren Fläche des Blütenblattes enthalten, und zwar häufig als eine klare Lösung. Er bildet, wie die Maler das ausdrücken würden, eine Lasurfarbe, im Gegensatz zur Deckfarbe, die gefärbte Partikelchen enthält. Streichen wir eine solche Lasurfarbe, z. B. eine reine Anilinfarblösung oder eine ammoniakalische Karminlösung auf einen Objektträger und legen diesen auf schwarzen Grund, so sehen wir nichts von der Farbe, legen wir ihn auf weißen Grund, so tritt die Farbe deutlich hervor. Die physikalische Eigenschaft der Flüssigkeit besteht ja darin, daß sie von den Wellen des hindurchtretenden weißen Lichtes solche von gewissen Längen ganz oder teilweise absorbiert. Der übriggebliebene Rest des weißen Lichtes macht dann auf unser Auge den Eindruck des farbigen. Der mit Lasurfarbe belegte Objektträger zeigt im auffallenden Lichte keine Farbe, weil dasselbe, soferne es das Glas passiert hat, vom dunklen Grunde absorbiert wird. Auf weißem Grunde auffallend wird dieses durch den Farbstoff hindurchgegangene, also gefärbte Licht zerstreut reflektiert, muß demnach nochmals durch den Farbstoff hindurchtreten, ehe es in unser Auge gelangt, färbt sich dadurch noch tiefer, so als hätte es eine doppelt so dicke Farbstoffschichte passiert.

Ebenso ist es nun bei den Blüten. Jedermann weiß oder kann sich leicht davon überzeugen, daß ein Blütenblatt einer intensiv rot gefärbten Pelargonie, in geschickter Weise zerrissen, eine mittlere weiße Schichte zeigt, der innen und außen eine viel dünnere rote Schichte anliegt. Zieht man diese ab und bringt sie unter das Mikroskop, so erkennt man, daß jede aus einer einzigen Lage von diffus gefärbten Epithelzellen besteht. Die Färbung dieser Epithellage macht sofort einen anderen Eindruck, wenn sie von der Unterlage abgehoben ist, die Farbe ist weniger

intensiv und die Schichte ist nun durchscheinend geworden. Die Farbenintensität des Blattes sowie die Opazität desselben beruhte also auf der Tapetumschichte. Davon kann man sich auch in der einfachsten Weise dadurch überzeugen, daß man das Blatt oder die ganze Blüte unter die Luftpumpe bringt, wie wir das oben von der Hyazythenblüte besprochen haben. Denn das Tapetum ist auch bei der Pelargonie durch Luft bedingt.

Versuch vom 7. Oktober 1898. Das Blütenblatt einer intensiv rot gefärbten Pelargonie wird durch Zerreißen so gespalten, daß stellenweise die weiße Tapetumschichte nur mit einer Epithelschichte in Verbindung bleibt. Ein solches Stück, in eine ClNa-Lösung von 0·7 % gelegt, erscheint fast undurchsichtg und man kann unter dem Mikroskope beobachten, wie die Flüssigkeit, zwischen die Zellen vordringend, ruckartig aus kleineren Luftblasen größere entstehen läßt, welche, dann allmählich ihre unregelmäßige Form verlierend, rundlich werden und endlich aus dem Gewebe ganz heraustreten, während dieses an manchen Stellen früher, an anderen später durchscheinend wird.

Ich habe nun sechs Stückchen solcher einseitig von ihrem roten Epithel befreiter Blütenblätter in die genannte ClNa-Lösung eingelegt, drei von ihnen unter die Luftpumpe gebracht. An diesen verschwand die weiße Tapetumschichte vollständig, sie waren alsbald durchscheinend, während die drei Kontrollproben sich in derselben Zeit nicht merklich geändert hatten. Nur unter dem Mikroskope war bei den ersteren doch da und dort eine Spur von zurückgebliebener Luft zu bemerken. Übrigens dauerte der ganze Versuch kaum länger als 15 Minuten.

Eine solche Tapetumschichte, durch lufthältiges Gewebe gebildet, haben nun sehr viele Blütenblätter. So sah ich es bei der Rose, der Sonnenblume, beim Flieder etc., auch beim Gartenveilchen und konnte zufällig an diesem letzteren eine Beobachtung machen, die unter entsprechenden Verhältnissen wohl auch an anderen Blüten möglich sein wird. Hat man nämlich ein kleines Stück luftgefüllten Tapetums unter dem Mikroskope, so kann man im Laufe von Minuten oder Viertelstunden das gänzliche Verschwinden der Luft auch ohne Luftpumpe beobachten, wobei auch wieder die Flüssigkeit ruckweise in die unregelmäßig geformten Räume eindringt. Die Luft löst sich in der umspülenden Flüssigkeit gänzlich auf. Es war offenbar die verwendete Kochsalzlösung sehr arm an aufgelöster Luft.

Würde bei einer z. B. roten Blüte das Tapetum fehlen oder hätte man durch die Luftpumpe die Luft aus derselben entfernt, so erscheint die Blüte immer noch rot, auch im auf-

fallenden Lichte. Denn es befinden sich im Blütenblatt noch immer verschiedene optische Medien (Zellwand und Zellflüssigkeit etc.), deren Brechungsindices ungleich sind und die somit ähnlich wirken wie das Tapetum. Es ist nur die Verschiedenheit derselben eine geringere.

Es gibt nun auch Blüten, die keine mittlere Schichte haben, welche den Namen Tapetum verdienen würde. So habe ich eine als Zierpflanze gezogene große Orchidea untersucht, deren Blütenblätter trotz bedeutender Dicke eigentümlich durchscheinend »fleischig« waren, was, wie auch die mikroskopische Untersuchung bestätigte, auf dem Mangel einer Tapetumschichte beruhte. Diese Beschaffenheit der Blüten ist bei vielen großen Orchideen zu beobachten. In ihr ist der Umstand begründet, den R. von Wettstein[1] auf einer brasilianischen Reise beobachtet hat, daß solche Blüten im auffallenden Lichte unscheinbare Farben zeigen, im durchfallenden Lichte aber, indem sie sich vom Himmel abheben, große Farbenpracht entwickeln.

In den früher angeführten Fällen besteht die Tapetumschichte aus farblosen Zellen, zwischen denen die Luft eingelagert ist. Es gibt aber auch ganz ähnliche Tapetumlagen, nur enthalten die Zellen farbige Einschlüsse, und zwar habe ich solche nur von gelber Farbe in gelben oder orange gefärbten Blüten gefunden.

So zeigt Fig. 4 die stark reflektierende, aber gelblich erscheinende Tapetumlage des Blütenblattes einer *Caltha palustris*, von welcher die innere und die äußere Epithelschichte abgezogen war. Von dieser Tapetumlage ist nur gezeichnet, was sich in der Ebene der Einstellung befand. Man sieht polygonale Zellen, welche Lücken *(l)* zwischen sich lassen, aus welchen die Luft, abgesehen von einer kleinen Stelle bei *a*, durch Kochsalzlösung verdrängt worden ist. Die Zellen aber enthalten rundliche, mehr oder weniger granuliert erscheinende Körperchen von gelber Farbe (Chromatophoren), offenbar die Quelle für die Färbung der Schichte.

Auch in dem mit freiem Auge weiß erscheinenden Tapetum der Kapuzinerkresse *(Tropaeolum majus)* fand ich nach Ent-

[1] Vegetationsbilder aus Südbrasilien. Wien und Leipzig bei Deuticke 1904.

fernung der Luft in den dann sichtbar werdenden Zellen ebensolche Einschlüsse, die aber noch intensiver, wie Gummigutt, gefärbt waren. Man hat es hier offenbar mit Anthoxanthin zu tun.

Ein eigentümliches Tapetum, das mehr wie die bisher geschilderten lufthaltigen Zellagen an das Tapetum vieler Wirbeltiere erinnert, fand ich bei *Ranunculus acer.* Zwischen den beiden gelb gefärbten Epithelien liegt hier ein aus polygonalen Zellen bestehendes Parenchym, das, mit freiem Auge betrachtet, weiß erscheint, ebenso wie andere solche Lagen Luft in den Intercellularräumen enthält, wenn auch, wie mir scheint, in viel geringerer Quantität, als man das zu sehen gewohnt ist; außerdem aber sind die Zellen mit einer körnigen Masse vollkommen erfüllt, so daß ihre Grenzen zunächst gar nicht erkennbar oder nur durch die Luftspalten angedeutet sind. Diese körnige Masse wirkt als Tapetum, denn wenn man ein Blatt von *Ranunculus acer* oder ein Stück desselben unter der Luftpumpe auspumpt, so entweicht bis auf geringe Spuren die Luft aus den Intercellularräumen, das Blatt verliert aber seine Opazität nicht. Es ist kaum merklich durchscheinender geworden; und wenn man unter dem Mikroskop eine Stelle aufsucht, an welcher gar keine Luft zurückgeblieben ist, so erscheint auch diese noch im auffallenden Lichte recht hell, natürlich im durchfallenden dunkel. Die Körnchenmasse wirkt also nach Art eines Tapetums.

In Fig. 5 ist ein Stück eines solchen Blütenblattes abgebildet, das gespalten worden war. Es zeigt in seinem oberen Teile die gelben Epithelzellen in unscharfer Einstellung, im unteren Teile ist auf dem Epithel noch Mesenchymmasse aufgelagert. Man sieht darin die Lufträume (schwarz) und das körnige, ziemlich dunkle Tapetum. Da, wo dasselbe nicht auf dem Epithel aufliegt (bei *a*), erscheint es farblos. Das Präparat war nicht ausgepumpt, lag in verdünntem Glycerin und ist so abgebildet, wie es im durchfallenden Licht erscheint.

Meine Bemühungen, die chemische Natur dieser Körnchen zu bestimmen, blieben lange erfolglos. Diese fallen beim Zerzupfen des Gewebes leicht aus den Zellen, schwimmen dann in der umgebenden Flüssigkeit, indem sie Brown'sche Molekular-

bewegung zeigen, pflegen mehr oder weniger oval zu sein und haben dann einen Längsdurchmesser von 0·002 bis 0·004 *mm*. Ihr Querdurchmesser beträgt zirka zwei Dritteile des Längsdurchmessers. Sie färben sich nicht mit Eosin[1] und mit Methylenblau, sind unlöslich in Eisessig, Alkohol und Äther, werden aber sofort unsichtbar bei Zusatz von Chlorwasserstoffsäure oder von Natronlauge. Läßt man ein ganzes Blatt 36 Stunden in verdünnter Chlorwasserstoffsäure liegen, so ändert das nichts im Aussehen der Körnchen, augenscheinlich weil die Säure die Epithelien nicht durchsetzt. Läßt man die Salzsäure aber auf ein zerzupftes oder gespaltenes Blatt einwirken, so verschwinden die Körnchen und es werden nun die Membranen der Zellen sichtbar, in denen sie gelegen waren.

Endlich erkannte ich, daß diese Körnchen aus Stärke bestehen, indem ich sie auf Zusatz von J blau oder doch purpurfarbig werden sah, und fand weiter, daß diese Beobachtung schon von Schimper[2] an *Ranunculus Steveri* gemacht worden ist und daß dieser Forscher auch schon die reflektierende Wirkung der Schichte erkannt hat, wenn, wie wir später sehen werden, dabei auch der Irrtum unterlaufen ist, als beruhe auf dieser Schichte die spiegelnde Reflexion des Blumenblattes. Ich habe dann später auch an *Ranunculus Steveri* die Stärke nachweisen können und vermute, daß in jenen Blüten, in denen die Körnchen keine eigentlich blaue Farbe mit J geben, sie aus einer dextrinartigen Vorstufe der Stärke bestehen. Daß sie auf Zusatz von Salzsäure und von Natronlauge unsichtbar werden, beruht wohl auf einer durch ihre Kleinheit begünstigten Quellung.

Sehr merkwürdig ist, daß die nahe verwandten und im optischen Eindruck sehr ähnlichen Blüten von *Caltha palustris* und von *Trollius europaeus* dieses eigentümliche körnige Tapetum nicht zeigen. Wenn man wollte, könnte man allerdings die oben geschilderten gelben Einschlüsse im Mesophyll von *Caltha palustris* als genetisch verwandt mit jenen von *Ranun-*

[1] Auch nicht, wenn man sie 24 Stunden in einprozentiger Eosinlösung liegen läßt.

[2] Pringsheim, Jahrbücher der Botanik, Bd. 16 (1885).

culus acer betrachten, aber physikalisch verhalten sie sich ganz anders; ihre Wirkung als Tapetum kommt nicht in Betracht.

II. Additionsfarben.

Als solche bezeichne ich Färbungen, die dadurch zustande kommen, daß flächenhaft nebeneinander Felder von verschiedener Farbe oder verschiedener Sättigung vorhanden sind, von denen jedes seine Farbe ins Auge entsendet, diese Felder aber so klein sind, daß sie nicht voneinander unterschieden werden können. Es summiert sich dann der Gesamteindruck der Felder so, wie er sich bei größeren Feldern auf dem Farbenkreisel summiert. Ein Schachbrettmuster von weißen und schwarzen Quadraten, in die Entfernung gebracht, in welcher die Netzhautbilder der Quadrate zu klein werden, um einzeln erkennbar zu sein, macht den Eindruck einer Fläche von mittlerem Grau; haben aber die Quadrate z. B. rote oder blaue Farbe, so entsteht der Eindruck des Purpur oder Violett usw. Ein mit zahlreichen bunten Blumen besetzter Wiesenhang zeigt in der Entfernung die Mischfarbe derselben und des grünen Grundes.

Zahlreich sind gefleckte oder getigerte Blüten, die in entsprechender Entfernung die Zeichnung nicht mehr erkennen lassen, sondern die Additionsfarbe zeigen. Im eigentlichen Sinne möchte ich aber diesen Namen nur da anwenden, wo auch in der nächsten Nähe die verschieden gefärbten Felder wegen ihrer Kleinheit nicht unterschieden werden können, d. i. wenn verschieden gefärbte Zellen nebeneinander stehen.

Als Beispiel könnte der »Türkenbund« *(Lilium Martagon)* genannt werden, dessen Perigonblätter ein sehr ungesättigtes Purpur zeigen, auf welchem als Farbe des Grundes dunklere Purpurflecken liegen. Dieser weißlich-purpurne Grund verdankt nun seine Farbe nicht, wie man nach dem oben angeführten Beispiele der Pelargonie erwarten könnte, einem sehr geringen Gehalt seiner Epithelzellen an Anthokyan, sondern dem Umstande, daß sehr viele derselben überhaupt nicht merklich oder kaum merklich gefärbt sind, andere aber recht reichlich Anthokyan enthalten. Nur wo die letzteren in großen zusammenschließenden Gruppen vereinigt sind, wird ihre tiefere Farbe

für das freie Auge sichtbar und sie bilden dann die roten Flecken.

Oder es kann als Beispiel eine Strohblume (Hüllblättchen von *Helichrysum*) angeführt werden, die in ihrem Grundton gelb ist, deren äußere Blätter aber rötlich, an ihren Rändern fast rot sind. Diese als ein lichtes Rotbraun zu bezeichnende Farbe verdanken sie langgestreckten Zellen, von denen manche gelb, manche intensiv rot gefärbt sind, so daß oft eine der letzteren ganz von den ersteren umgeben ist. An den stärker rot gefärbten Stellen des Blattes überwiegen natürlich die roten Zellen, die aber immer noch gemischt mit gelben zu sein pflegen.

An der Außenfläche des Blütenblattes eines Gartenmohnes bemerkte ich auf zinnoberrotem Grunde eine violette Aderung und andere Stellen von violettem Ton. Bei der Untersuchung zeigte sich das Violett bedingt durch ein Nebeneinander von roten und blau bis violett gefärbten Zellen; siehe Fig. 6, *a*. (Es ist hervorzuheben, daß die blauen Zellen sehr rasch ihre Farbe gegen ein Purpur hin veränderten und ich sie in diesem Stadium naturgetreu wiederzugeben suchte.) Hier ist also ein Violett aus Blau und Rot gemischt, wie man diese Farbe auf dem Farbenkreisel zu mischen pflegt.

Additionsfarben kommen aber auch dadurch zustande, daß die zwei Pigmente, deren Farben sich summieren, in derselben Zelle liegen. So besteht das Epithel der inneren Fläche des Perigons bei der rotgelb blühenden Kapuzinerkresse aus kegelförmigen Zellen, die hauptsächlich an ihrer verbreiterten Basis, aber auch höher oben bis (bei einzelnen Zellen) in die äußerste Spitze gelbpigmentierte Körnchen (Carotin) enthalten, außerdem aber mit einem diffus rot gefärbten Zellsaft erfüllt sind. Das erstgenannte Pigment sendet zweifellos einen wenn auch recht geringen Anteil des einfallenden Lichtes als gelb gefärbtes zurück, schon wegen der Reflexion, die an der zweiten Grenzfläche jedes solchen an der Spitze der Zellen gelegenen Chromatophors eintreten muß. Der rote diffuse Farbstoff wirkt, indem er dem Lichte, welches von den an der Basis der Zelle reichlich angehäuften gelben Körnchen, insbesondere aber vom Tapetum reflektiert wird, auf dem Her- und Hinweg gewisse Lichtwellen durch Absorption entnimmt, so daß dieses in seiner Färbung

modifizierte Licht sich nun zu dem ersten, gelb gefärbten summiert.

Von der Art dieser Modifikation der Färbung (Subtraktionsfarbe) soll alsbald die Rede sein.

Ganz ähnlich fand ich die Verhältnisse bei der Levkojenart, die man bei uns Goldlack zu nennen pflegt, nur ist hier noch viel mehr des körnigen gelben Pigmentes in den Kegelspitzen angehäuft und ist der diffuse Farbstoff mehr kirschrot gefärbt als bei der Kapuzinerkresse. Es gibt Stellen, an welchen dieser nur in sehr geringer Menge in den Zellen enthalten ist oder ganz zu fehlen scheint; es sind das jene, die in der Blüte nicht mehr orangebraun, sondern mehr oder weniger goldgelb erscheinen. Die Fig. 6 *b* zeigt eine solche Stelle am Übergang zwischen den beiden Farben.

Noch deutlicher fand ich das Prinzip der Additionsfarbe für den Fall, daß beide Pigmente in derselben Zelle liegen, ausgesprochen bei einem Gartenstiefmütterchen, das in seinem Grundton ähnliche Färbung zeigte wie der Goldlack. Auch hier waren kegelförmige Epithelzellen mit diffusem, purpurfarbigem und körnigem, an der Basis gelegenem gelben Pigment vorhanden, nur waren die Kegel verhältnismäßig schmal und die Basen zu Fußplatten verbreitert, wie diese Form die zwei Kegel der Fig. 7 *a* zeigen. Diese gehören einem Stiefmütterchen von anderer Farbe an. Man denke sich aber den in der genannten Figur versinnlichten blauen Farbstoff durch roten ersetzt, so erkennt man, daß nur der Teil des Lichtes, welcher durch die Länge der schmalen Kegel hindurchgeht, die Farbe des Anthokyans annehmen wird, während der Teil, der die verbreiterten Fußplatten der Kegel trifft, nur eine unbedeutende Farbschichte passieren muß, bis er vom gelben Pigment gefärbt und dann, wesentlich als gelbes Licht reflektiert, ins Auge gelangen wird. Hier besteht also die Blütenfläche, wenn man sie bei passend auffallendem Licht untersucht, aus einem Netze von gelber Farbe, dessen Maschen die Subtraktionsfarbe der beiden Pigmente zeigen; diese beiden Farben mischen sich auf der Netzhaut zur Additionsfarbe des bräunlichen Orange.

Hervorheben will ich, daß auch das Chlorophyll als Summand bei den Blütenfarben auftreten kann. Unter den

mannigfaltig gefärbten, künstlich gezüchteten Chrysanthemen gibt es auch gelbgrüne.

Die Untersuchung einer solchen ergab, daß sich in den Blütenblättern innerhalb der Zellen Chlorophyllkörner befinden, die jenen der Laubblätter bei derselben Pflanze gleichen, nur vielleicht etwas weniger intensiv gefärbt sind, wenigstens weniger intensiv als gewisse Chlorophyllkörner der Laubblätter. Es ist also die grüne Farbe jedenfalls durch Chlorophyll verursacht, doch kann ich nicht bestimmt sagen, ob die Nuance der Blütenfarbe nach Gelb daher rührt, daß die Körner nicht die gewöhnliche grüne, sondern eine gelbgrüne Farbe haben (durch Beimischung eines dem Chlorophyll verwandten Körpers, vielleicht auch, weil sie aus einem solchen und nicht aus echtem Chlorophyll bestehen) oder daher, daß sie zwar echte Chlorophyllkörner sind, die aber, zumal sie spärlicher sind wie in den Laubblättern, einen diffusen, in den Zellen enthaltenen gelben Farbstoff zur Wirkung kommen lassen, der so wenig intensiv ist, daß man ihn unter dem Mikroskope nicht wahrnehmen kann.

III. Subtraktionsfarben.

H. v. Helmholtz[1] hat zuerst auf den wesentlichen Unterschied hingewiesen, der zwischen der Mischung zweier Farben auf dem Farbenkreisel oder, wie wir hinzufügen können, durch Nebeneinanderstellen derselben in hinlänglich kleinen Feldern (die eben besprochenen Additionsfarben) obwaltet und der Art der Mischung, wie sie die Maler ausführen, indem sie zwei pulverisierte Pigmente mischen und dieses Gemisch auftragen. Er machte darauf aufmerksam, daß im letzteren Falle von den im Spektrum des einfallenden weißen Lichtes enthaltenen Strahlen das erste Pigment einen Anteil absorbiert und von dem nun zurückbleibenden Rest das zweite Pigment abermals einen Anteil absorbiert. Was von dem Spektrum noch als Rest bleibt, ist durch seine Wellenlängen und durch seine Intensität bestimmend für den Farbeneindruck,

[1] Physiologische Optik, I. Auflage, p. 274.

den es auf unser Auge macht. Wiewohl also die Farbe jedes Pigmentes dadurch zustande kommt, daß dasselbe von dem Spektrum des weißen Lichtes einen Teil wegnimmt, spricht doch Helmholtz in diesem Falle, wo das zweite Pigment von dem Reste des Lichtes nochmals einen Teil absorbiert, von der Entstehung der Mischfarbe durch Subtraktion und so will auch ich die nach solchem Prinzip entstandenen Blütenfarben als Subtraktionsfarben bezeichnen. Schon aus den vorstehenden Beispielen von Additionsfarben geht hervor, daß die Subtraktionsfarben in der Blütenwelt sehr verbreitet sind.

α) Das Schwarz der Blüten.

Es wurde schon erwähnt, daß ich bei keiner Blüte ein schwarzes Pigment fand und doch ist es ein nicht seltenes Vorkommen, daß wenigstens einzelne Teile von Perigonblättern ein tiefes Schwarz zeigen. So steht in meinen Notizen, daß ich am 8. April 1900 in einer Blumenhandlung eine Tulpe erhielt, deren Blütenblätter an ihrer inneren Fläche einen zungenförmigen Fleck von tief schwarzer Farbe tragen. Ich habe versucht, dieses Blatt in Fig. 8 farbengetreu wiederzugeben. Es war ein »tiefes neutrales Schwarz, wie an einem gut gewichsten Stiefel«. Bei günstiger Beleuchtung zeigte das Schwarz einen bläulichen Oberflächenschimmer. Auch dieser wurde farblos bei künstlicher Beleuchtung (elektrischem Glühlicht).

Ganz gleiches sah ich an einer als Gartenpflanze gezogenen Mohnblüte, die ebenfalls eine schwarze — wie Schuhwichs glänzende — Zunge an jedem Blatt trug. Auch der wild in unseren Kornfeldern wachsende rote Mohn zeigt solche Zeichnungen, die bei oberflächlicher Betrachtung gewöhnlich den Eindruck des Schwarz machen, bei genauer Prüfung wenigstens bisweilen ein neutrales Schwarz erkennen lassen.

Am häufigsten findet man solches Schwarz an unseren Gartenstiefmütterchen (Violen), die ja die verschiedensten Färbungen haben, aber jene Zeichnung fast immer in dunklerem bis schwarzem Ton aufweisen.

Nahezu überall, wo ich dieses Schwarz untersuchte, verdankt es seine Entstehung dem Umstande, daß zwei Pigmente übereinander liegen, von denen das eine alle Lichtwellen

absorbiert, die das andere nicht absorbiert hat. Es folgt daraus, daß die beiden Pigmente, jedes für sich betrachtet, komplementär gefärbt sein müssen, was die Erfahrung auch bestätigt. Es wäre aber ein Mißverständnis, würde man diesen Satz umdrehen und sagen, wo zwei komplementärgefärbte Pigmente übereinander liegen, müsse ein Schwarz resultieren. Würde z. B. ein Pigment nur das Gelb bestimmter Wellenlängen absorbieren, so erschiene es blau; würde das darunterliegende Pigment nur das Blau jener Wellenlängen absorbieren, die dem absorbierten Gelb komplementär sind, so erschiene es von der komplementären gelben Farbe. Beide Pigmente ließen aber immer noch eine Menge anderer Lichtwellen passieren, die zusammengenommen den Eindruck eines lichtschwachen Weiß, d. h. eines Grau machen würden.

Ich erwähne diesen Umstand, weil er in der Natur verwirklicht ist. Häufig sieht man an Blüten graue bis schwärzliche Töne besonders an Aderungen, oder graue bis schwärzliche Töne mit einem Stich in diese oder jene Farbe, welches hellere oder dunklere Grau dann dem genannten Umstand seine Entstehung verdankt. Es ist dabei zu erwägen, daß die Farbentöne, welche wir Braun zu nennen pflegen, lichtschwaches Rot, Orange, Gelb und deren Zwischenstufen sind, also durch Mischung dieser Farben mit Schwarz oder Grau entstehen. Lichtschwaches oder mit Schwarz gemischtes Grün, Blau und Violett nennen wir Olivengrün, Dunkelblau und Dunkelviolett.

Bei der mikroskopischen Untersuchung jenes Tulpenblattes ergab sich folgendes: an der inneren Oberfläche des Teiles desselben, der die schwarze Zunge darstellte, fand sich eine Lage langgestreckter intensiv und diffus blau gefärbter Zellen; darunter eine Schichte ebenso geformter intensiv gelber Zellen. Es sind also zwei exquisite Komplementärfarben; da, wo die schwarze Zunge aufhörte, fehlt natürlich der blaue Farbstoff, wodurch die gelbe Umrahmung des schwarzen Fleckes zustande kommt. Betrachtet man das Blatt an der Außenseite, so kann man nur Andeutungen des schwarzen Fleckes erkennen, es erscheint vielmehr der Hauptfarbe entsprechend rot, teilweise gelb, letzteres da, wo die Außenseite mit gelben, nicht mit roten Zellen überkleidet ist.

Eine ganz merkwürdige physikalische Grundlage für die Erscheinung des Schwarz glaube ich bei jenem oben erwähnten Gartenmohn beobachtet zu haben, dessen Grundfarbe ein Fleischrot war und an dessen schwarzer Zunge, die vollkommen den Eindruck wie die der Tulpe machte, das Epithel nur aus rot gefärbten Zellen bestand. Darüber lag aber eine aus kleinen zyanblau gefärbten Körnchen bestehende Schichte, in der ich keine Zellenstruktur erkennen konnte, die sich auch abschaben ließ und mir den Eindruck machte, als bestünde sie aus einer Art Ausschwitzung jener Zellen. Um mich zu überzeugen, daß dieser krümelige Belag sich außerhalb der Zellen befindet, härtete ich den betreffenden Teil des Blattes in Alkohol, schloß in Celloidin ein und fertigte Schnitte senkrecht auf die Blattoberfläche an. Auch unter diesen Umständen bekam ich den Eindruck, daß die krümelige Masse an der Oberfläche liegt, nur hat sich die Farbe derselben durch die Konservierung in eine bräunliche verwandelt.

Ich hegte von Anfang an gegen diese Beobachtung, nach welcher der eine Farbstoff nicht in Zellen liegen soll, ein gewisses Mißtrauen und wurde darin bestärkt, als ich, die analogen schwarzen Flecken beim Feldmohn untersuchend, sie durch intensiv purpur gefärbte langgestreckte Epithelzellen bedingt fand. Es war mir später nicht möglich, an anderen Blüten des Gartenmohns jene Beobachtung zu bestätigen, fand vielmehr immer die Verhältnisse ähnlich wie beim Feldmohn.

Wie dem nun immer sei, wir sehen wieder das Schwarz als Subtraktionsfarbe zweier komplementär gefärbter, übereinander gelagerter Pigmentschichten bedingt. Die Komplementärfarben sind hier Rot und Cyanblau. Dabei ist hervorzuheben, daß unter den beiden Schichten auch hier das Mesenchym als Tapetum wirkt, daß also allein durch diese beiden Schichten das einfallende Licht merklich vollständig absorbiert wird.

Beim Feldmohn findet sich entsprechend der Zunge nicht nur an der Innen-, sondern auch an der Außenseite des Blütenblattes ein schwarzer Fleck, und am distalen Rande der Zunge wird das Tapetum als weiße Umrandung desselben sichtbar.

Den reichsten Stoff zur Untersuchung der Entstehung des Schwarzes bieten wohl die zungen- und streifenartigen

Zeichnungen der Blätter unserer Gartenviolen, die ja in den mannigfaltigsten Farbenvariationen vorkommen. Nicht immer sind diese Flecken schwarz, sie zeigen vielmehr häufig noch Reste von Farben, Braun, Violett etc. Oft aber findet man sie oder Teile von ihnen auch so vollkommen schwarz, daß man nicht sagen kann, ob sie einen Stich nach den warmen oder den kalten Farben zeigen. So habe ich mich besonders bei gelben Stiefmütterchen wiederholt davon überzeugt, daß die schwarzen Stellen von kegelförmigen Epithelzellen gebildet sind, die aufgelösten blauen Farbstoff enthalten, und außerdem, hauptsächlich an ihrer Basis angehäuft, körniges gelbes Pigment. Hier liegen also beide Farbstoffe in denselben Zellen (Fig. 7, *b*).

Ich habe oben von der Additionsfarbe eines Stiefmütterchens berichtet, welche als Grundfarbe das Braungelb des Goldlackes hatte, entstanden, indem sich die gelbe Farbe von der verbreiterten Basis der Zellen zu der Farbe summierte, welche entsteht, wenn das Licht durch den gelösten Farbstoff der schmalen Kegelspitzen und das darunter gelagerte gelbe Pigment hindurchgeht (siehe Fig. 7, *a*). Diese Farbe kennen wir jetzt als Schwarz, Braun oder Dunkelblau, je nach dem Mengenverhältnisse der an dieser Stelle in den Zellen liegenden Pigmente. Es ist nun interessant, daß die schwarzen Zungen dieser selben Blätter dadurch charakterisiert waren, daß die Kegel der Zellen auffallend breiter waren (Fig. 7, *b* von der schwarzen Zunge, *a* von dem übrigen Teile desselben Blattes) als an den übrigen Stellen des Blumenblattes. Wie leicht einzusehen, gab es jetzt nur mehr die restlose Subtraktionsfarbe, das Schwarz. Ob etwa auch die Pigmentierung eine tiefere ist, ist schwer mit Sicherheit zu beurteilen.

Ich habe schon erwähnt, daß der Eindruck des Schwarz oder doch eines nahezu neutralen Schwarz, auch bloß durch sehr konzentrierte Anthokyanlösung zustande kommen kann. So untersuchte ich eine Gartenviole, deren Farbe sich am besten mit der des »schwarzen« Seidensamtes vergleichen läßt, der nur an Falten und bei günstigen Beleuchtungsverhältnissen einen Stich ins Blaue zeigt. Es ergab sich, daß die Farbe durch eine sehr konzentrierte Lösung purpurfarbigen Anthokyans

bedingt ist, die sich in den kegelförmigen Zellen der Epidermis befindet, und durch ebenda abgelagerte, große, kugelförmige Gebilde, teils einzeln, teils aber auch mehrere, ja zahlreiche in jeder Zelle, die wegen ihres Lichtbrechungsvermögens an Fetttropfen erinnern, aber dunkel purpurfarbig sind. In 0·7prozentiger ClNa-Lösung untersucht, schwindet zunächst der gelöste Farbstoff, während die Tropfen noch gefärbt zurückbleiben, dabei, ihre glatte Oberfläche mehr und mehr einbüßend, krümelig werden. Der Farbstoff in diesen Blüten ist so reichlich vorhanden, daß frische Schnitte, in Kochsalzlösung gelegt, sich alsbald mit einem purpurnen Hof umgeben, der mit freiem Auge sichtbar ist.

Einen anderen Farbstoff fand ich aber in dieser Blüte oder doch an den genannten Stellen der Blütenblätter nicht.

β) Anderweitige Subtraktionsfarben.

Da die in der Natur verwendeten Farbstoffe wesentlich die Anthokyane in ihren Abstufungen von Rot bis Blau und das fast keine Abstufungen zeigende Carotin sind, so können sich auch die durch diese Farbstoffe bedingten, durch Subtraktion entstandenen Farbentöne nur innerhalb verhältnismäßig enger Grenzen bewegen; und da weiter die Helligkeit durch die Subtraktion immer nur vermindert werden kann, so sind es die nach Braun neigenden stumpfen Farben, mit denen man es zu tun haben wird.

Die Untersuchung der gewöhnlich braun genannten, in Wirklichkeit ein wenig gesättigtes, dunkles Purpur als Hauptfarbe zeigenden Blüte der *Gentiana pannonica* ergab, daß sie diese Farbe langgestreckten Epithelzellen verdankt, die in ihrem Inneren gelöstes Anthokyan und außerdem in Körnerform strohgelbes Pigment enthalten. Das erstere hat in verschiedenen Zellen wechselnde Töne, von Rot bis Blau, das letztere scheint überall dieselbe Farbe zu haben, die sich von der des gewöhnlichen Carotins durch einen Stich ins Grüne unterscheidet. Dabei überwiegt die Wirkung des Anthokyans über die des gelbgrünen Farbstoffes. Die Körner des letzteren liegen großenteils so sehr an der Oberfläche der Zelle, daß wohl auch das

von ihnen reflektierte Licht direkt, d. h. ohne eine nennenswerte Schichte des Anthokyans passiert zu haben, ins Auge gelangt, so daß man es hier zugleich mit einer Additionsfarbe zu tun hat, was die geringe Sättigung erklärt.

Soweit sich aus den Farben der Pigmente vermuten läßt, verhält sich die Sache also folgendermaßen: Indem das weiße Licht durch das gelöste Anthokyan hindurchgeht, verliert es hauptsächlich grüne und gelbe Strahlen, indem es durch die tiefer gelegenen gelben Pigmentkörper geht, verliert es weiter hauptsächlich blaue Strahlen; dasselbe geschieht nach der Reflexion, so daß in das beobachtende Auge hauptsächlich die roten und violetten Strahlen zurückkehren, diese aber in geringer Intensität, weil das Anthokyan sowie das gelbe Pigment sicher auch einen Teil der roten und violetten Strahlen absorbiert. Die durch die oberflächlich gelegenen gelben Körnchen reflektierten, auf das Auge den Eindruck des Gelbgrün machenden Strahlen addieren sich zu den aus der Tiefe kommenden, den Eindruck des Purpurs erzeugenden und geben, da Purpur und Gelbgrün Komplementärfarben sind, miteinander ein Weiß. Da aber viel mehr Purpurfarbe als Gelbgrün vorhanden ist, so wird nur ein Teil des ersteren neutralisiert, so daß das ungesättigte und zugleich dunkle Purpur der Blüte resultiert.

Es sei bei dieser Gelegenheit erwähnt, warum ich die Entstehung der Farben nicht messend, nach dem Prinzipe der Spektrometrie, verfolgt habe. Es hätte das für meine Zwecke nur eine Bedeutung, wenn ich die Spektren der Farbstoffe in den einzelnen Zellen in bezug auf die relative Intensität der einzelnen Wellenlängen studiert hätte. Das würde aber ein Mikrospektrophotometer voraussetzen, dessen Konstruktion zwar prinzipiell möglich scheint, aber doch einen außerordentlichen Aufwand an mechanischer Technik voraussetzt. Zweitens aber würde man auch dann nur die Farbe einer mikroskopisch kleinen Stelle analysieren müssen, da in einem Blütenblatt die Farbe der einzelnen nebeneinander stehenden Zellen kaum je gleich zu sein pflegt. Außerdem sind die Farben des Anthokyans in hohem Grade veränderlich von Minute zu Minute, so daß auch aus diesem Grunde ein wertvolles Resultat der mühsamen Untersuchung nicht zu erwarten war. Andrerseits aber kennt

man die Mischungsgesetze der Pigmentfarben so genau, daß man dieselben doch nur auf die vorliegenden Pigmente anzuwenden brauchte. Dabei können freilich Irrtümer vorkommen, da bekanntlich derselbe Farbeneindruck durch Gemische von Licht verschiedener Wellenlängen erzeugt werden kann. Diese Irrtümer können aber nicht von nennenswerter Bedeutung sein, weil ja die Spektren der Blütenfarben keine scharfen Absorptionsbänder haben, sondern durch unscharfe stärkere und schwächere Verdunkelungen großer Anteile des Spektrums charakterisiert sind.

Ähnlich wie bei *Gentiana pannonica* fand ich die Verhältnisse bei einer als Gartenpflanze gezogenen Lilienart, die dem wilden »Türkenbund« *(Lilium Martagon)* nahesteht und deren Blütenblätter auf orangegelbem Grunde hirsen- bis hanfkorngroße, braune, warzenartig vorspringende Flecken haben. Es ergab sich, daß am Orte dieser Flecken auf einer tieferen Schichte durch gelbe Körnchen pigmentierter Zellen eine Lage von langgestreckten, am Schnitte kuppelförmig vorgewölbten Epithelzellen liegt, die violettes Anthokyan im gelösten Zustand enthalten, und außerdem auch, besonders in ihrem basalen Anteil, ähnliche gelbe Körner wie in der tieferen Schichte. Am orangegelben Grunde fehlen diese durch Färbung und Gestalt ausgezeichneten Epithelzellen und machen anderen, gelb gekörnten, Platz. Auch geht die gelbe Pigmentierung durch das ganze Mesenchym hindurch. Die braunen Flecken entstehen hier also auch wesentlich durch Absorption der gelben und grünen Strahlen (Anthokyan) sowie der blauen (gelbes Pigment), wobei auch die roten und violetten nicht ganz verschont bleiben. Nach der Farbe zu urteilen, dürfte das Orange am wenigsten absorbiert sein.

Die Blüte der Tollkirsche *(Atropa Belladonna)* gleicht in ihrer Färbung in hohem Grade der der *Gentiana pannonica*, nur ist die Innenfläche ihrer Blumenkrone noch etwas ungesättigter und zeigt ein stumpferes, d. i. mehr gegen das aus Gelb durch Mischung mit Schwarz zu erzeugende Braun, während bei letzterer das Purpur erkennbar ist. Ich war deshalb sehr überrascht zu sehen, daß trotz dieser Ähnlichkeit der Färbung die anatomischen Verhältnisse ganz andere sind.

Während bei der *Gentiana* an der Oberfläche des Blütenblattes der violette und der größte Teil des gelben Farbstoffes in einer tieferen Schichte liegt, ist es bei der Tollkirsche umgekehrt. Hier liegt der violette Farbstoff nicht einmal in den Epithelzellen, sondern unter denselben in den Zellen des Mesenchyms, die, mehr oder weniger in Reihen aneinander geordnet, lufthaltige Lücken zwischen sich lassend, mit dem ziemlich gesättigten violetten oder purpurnen, gelösten Farbstoff erfüllt sind. Darüber liegen die an der Innenfläche des Perigons kegelförmigen Epithelzellen, deren Spitzen nahezu farblos zu sein pflegen, deren Körper aber etwas diffusen und außerdem körnigen gelben Farbstoff enthält. Auch im Mesenchym finden sich zwischen den violett pigmentierten auch gelb pigmentierte Zellen und Zellreihen, beziehungsweise Zellgruppen.

Das Prinzip der Entstehung der Farbe ist also genau dasselbe wie bei *Gentiana pannonica*, denn es ist für den Farbeneindruck, den das von der Blume zurückgeworfene Licht macht, gleichgültig, ob der eine oder der andere Teil des Spektrums zuerst absorbiert worden ist.

Eine als Zierpflanze gezogene *Orchidea*, die ich gelegentlich erhielt und deren prachtvolle Blüten, als Hauptfarbe gelb zeigend, nußbraun getigert waren, ergab bei der Untersuchung folgendes: Es lassen sich drei Schichten von sukkulenten Zellen unterscheiden, von denen die oberflächliche Schichte farblos ist, die mittlere gelb, indem die Zellen in ihrem Inneren gelbes Pigment enthalten, dessen Körner in Form von Reihen angeordnet sind. Die dritte Schichte besteht an den braunen Stellen des Blütenblattes aus ebensolchen gelb pigmentierten Zellen und gruppenweise gelagerten Zellen gleicher Form, die aber mit purpurrot gefärbtem Zellsaft gefüllt sind. Auch sie enthalten außerdem gelbes Pigment in Körnern. Vgl. Fig. 9 aus dem braunen, Fig. 10 aus dem gelben Teile des Blütenblattes.

Hier hat man es also, ähnlich wie schon oben unter den »Additionsfarben« besprochen wurde, einerseits mit einer Subtraktionsfarbe, entstanden nach Art der Farbe der Tollkirsche, zu tun, andrerseits mit der Additionsfarbe, welche durch das Nebeneinander der purpurnen und gelben Zellen in der dritten

Schichte gegeben wird. In der Tat müßte man auf dem Farbenkreisel der Farbe der Tollkirsche etwas Gelb zufügen, um das stumpfe Rotbraun der Tigerstreifen dieser *Orchidea* zu erhalten.

Sie hat kein Tapetum, was die Ursache für das durchscheinende, »fleischartige« Aussehen der Blüte ist.

Interessante Färbungen der in Rede stehenden Art zeigt auch manche Species von *Iris*. So *Iris sambucina* E., deren innere Perigonblätter an ihrer Außenfläche jene Farbe haben, die man Drap zu nennen pflegt, die Farbe der Falben unter den Pferden. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß die meisten Zellen gelbe Chromatophoren und weißen Zellsaft enthalten, dazwischen aber solche liegen, die zwar auch die gelben Chromatophoren, dabei aber einen violettblauen, recht wenig gefärbten Zellsaft haben. Letztere geben die Subtraktionsfarbe Grau mit einem Stich ins Rötliche. Das schwache Rot addiert sich zu dem Gelb der nebenstehenden Zellen, bildet mit diesen Orange, das nun mit dem Grau die Drapfarbe gibt. Ich habe es versucht, diese Farbe auf dem Farbenkreisel zu erzeugen und es gelang ganz leicht, sie aus Grau und Orange zu mischen.

An der Innenseite desselben Blütenblattes findet sich basal eine Tigerung, braun auf gelbem Grunde. Dieses Braun kommt ebenso zustande; es ist eben nichts anderes als ein dunkles gesättigtes Orange, während die Drapfarbe ungesättigt ist. Die größere Sättigung hat hier ihren Grund in dem größeren Reichtum an Farbstoff, sowohl an gelbem wie an dem purpurfarbenen. Ersterer ist in Form von dicht gedrängten, von oben betrachtet länglichen, sich gegenseitig abplattenden Körnchen an der Basis der Zellen angehäuft, letzterer erfüllt bei einzelnen, in Gruppen stehenden Zellen als kirschrote Farbe den übrigen Zellkörper. Diese Zellen geben als Subtraktionsfarbe ein rötliches Braun, das mit dem Gelb der nebenstehenden Zellen die Additionsfarbe des stumpfen gelblichen Brauns der Tigerung liefert. Es ist zu bemerken, daß diese *Iris* kein Tapetum besitzt.

Ganz ähnlich verhält sich die Sache in bezug auf die braunen Aderungen an der Innenseite des Perigonblattes von *Iris acoriformis* (Boreau), nur kommen hier die gelben Pigmentkörnchen auch in den wurstförmigen, in die Luft ragenden Fortsätzen der Epithelzellen vor; ferner in bezug auf die Aderung

des zurückgeschlagenen Perigonblattes von *Iris pseudovariegata* (Kerner), deren Epithelzellen aber mehr kuppelförmig gestaltet sind, und die von *Iris flavescens* (Dl.), in deren gefärbten Zellgruppen einzelne Zellen zu sehen sind, die, wie Fig. 11 zeigt, unter dem Mikroskop im durchfallenden Lichte den Eindruck machen, als wären sie grau. Erst bei genauer Einstellung ersieht man, daß dieses Grau dadurch zustande kommt, daß an der Basis der Zellen gelbe Chromatophoren und über ihnen ein kirschroter Zellsaft liegt. Indem dieses Grau sich mit dem Gelb solcher Nachbarzellen mischt, die des Kirschrots entbehren, entsteht das Rehbraun der Aderung. Dabei sind nicht alle anthokyanhaltigen Zellen grau, sondern es überwiegt bei einigen dieser, bei anderen der andere Farbstoff etwas, was sich dann im Gesamteindruck ausgleicht und wohl zu der Stumpfheit der Farbe, d. i. ihrem Mangel an Sättigung beiträgt. Denn die beiden Farben sind nahezu komplementär, geben also, im Auge miteinander gemischt, Weiß.

Als Beispiel einer Kombination von Additions- und Subtraktionsfarbe, wobei aber kein Grau oder Schwarz durch Absorption komplementärer Farben entsteht, kann die in unseren Gärten häufig gezogene, feuerfarbige Lilie, *Lilium croceum,* genannt werden, bei der das Epithel in allen Zellen zahlreiche gelbe Chromatophoren und in einzelnen gruppenweise stehenden derselben auch noch roten gelösten Farbstoff aufweist. In den letzteren wird von dem den Eindruck des Rot erzeugenden, durch den gelösten Farbstoff hindurchgedrungenen Wellengemisch noch der Rest des blauen Lichtes durch den gelben Farbstoff absorbiert, so daß es als verhältnismäßig sehr gesättigtes Rot ins Auge zurückkehrt und sich da mit dem gelben Lichte der Nachbarzellen mischt. Dazu kommt noch, daß bei dieser Blüte auch die Zellen der Tapetumschichte gelbe Chromatophoren führen, also auch bei der Reflexion am Tapetum eine weitere Reinigung des Lichtes von anderen Strahlen als den roten und gelben erfolgt.

Zum Schlusse dieser Darlegungen über Additions- und Subtraktionsfarben sei Schimper genannt, der schon vor vielen Jahren richtig erkannt hat, daß die braune Farbe von *Viola tricolor* und anderen Pflanzen durch »Mitwirkung roten Saftes

und gelber Chromatophoren zustande« kommt,[1] allerdings ohne sich über die Art dieses Zusammenwirkens näher auszusprechen. Auch beschreibt er schon bei einer Frucht *(Bryonia)* nebeneinanderliegende Zellen, von denen eine gelbe, die andere rosafarbige Chromatophoren enthält,[2] und bildet zwei solche Zellen ab.

C. Färbungseffekte, bedingt durch die Formation der Oberfläche (Sigm. Exner).

Es sei daran erinnert, daß ein Lichtstrahl, der, aus einem optisch dünneren Medium kommend, auf die Grenzfläche eines optisch dichteren auffällt, in zwei Anteile zerlegt wird, indem ein Teil des Lichtes in das dichtere Medium eindringt und in demselben im allgemeinen seinen Weg fortsetzt, aber dabei eine andere Richtung einschlägt (der gebrochene Strahl), während der andere Teil, wie von einem Spiegel zurückgeworfen, im ersten Medium verbleibt (reflektierter Strahl). Kommt der Lichtstrahl aus dem dichteren Medium an die Grenze nach einem dünneren, so geschieht im allgemeinen dasselbe, nur ist die Richtung des gebrochenen Strahles eine andere und es ist die Möglichkeit der sogenannten totalen Reflexion vorhanden, d. h. wenn die Neigung des einfallenden Strahles gegen die Grenzfläche eine gewisse, durch die optische Dichtigkeit der beiden Medien gegebene Grenze überschreitet, so gelangt in das dünnere Medium gar kein Anteil des Strahles mehr, sondern er wird in seiner Gänze von der Grenzfläche in das dichtere zurückgespiegelt.

Ist also die Oberfläche eines Blattes glatt, so wirkt sie für einen Teil des einfallenden Lichtes als Spiegel, das Blatt glänzt, wie eine Wasser- oder Glasfläche glänzt, und die Spiegelbilder sind um so schärfer, je glatter die Oberfläche ist. Die meisten Laubblätter und zahlreiche Blütenblätter spiegeln in solcher Weise. So zeigt das Blütenblatt einer Sonnenblume an seiner äußeren Seite einen gewissen mäßigen Glanz, während es an der inneren (vorderen) Seite matt ist. Die mikroskopische

[1] Pringsheim's Jahrbücher der Botanik, Bd. 16 (1885), p. 56; vergl. auch p. 99.

[2] L. c., p. 57.

Untersuchung ergibt, daß die Epithelzellen der vorderen Fläche kuppelförmige Vorwölbungen haben, im Gegensatze zu den viel flacheren der Rückseite.

Da der gespiegelte Strahl in das Innere der Zelle nicht eindringt, kann er auch durch die daselbst gelegenen Farbstoffe keine Absorptionen erfahren, d. h. weißes Licht wird weiß reflektiert. Einen besonders starken derartigen Glanz zeigen Ranunkeln, und Schimper[1] erklärt denselben als den Effekt des aus Stärke bestehenden Tapetums. Ich habe mich überzeugt, daß auch dieser Glanz von der äußersten Oberfläche stammt, denn er ist weiß und müßte gelb sein, wenn die Lichtstrahlen erst die gelben Pigmentzellen (vgl. Fig. 5) passiert hätten, ehe sie reflektiert wurden, um so mehr als sie nach der Reflexion nochmals durch dieselben hindurchdringen müßten. Daß das gespiegelte Licht weiß ist, davon überzeugt man sich durch den Anblick leicht, besonders wenn man dabei den Umstand im Auge behält, daß die eben spiegelnde Stelle des Blütenblattes sowie die nicht spiegelnden auch gelbes Licht aus dem Inneren ins Auge senden; und daß nicht das Tapetum die Ursache des Reflexes ist, erkennt man, indem man das Epithel abzieht, was wenigstens auf kleine Strecken gelingt. Das vom Tapetum befreite Lamellchen spiegelt dann noch ebenso stark wie das Blatt.

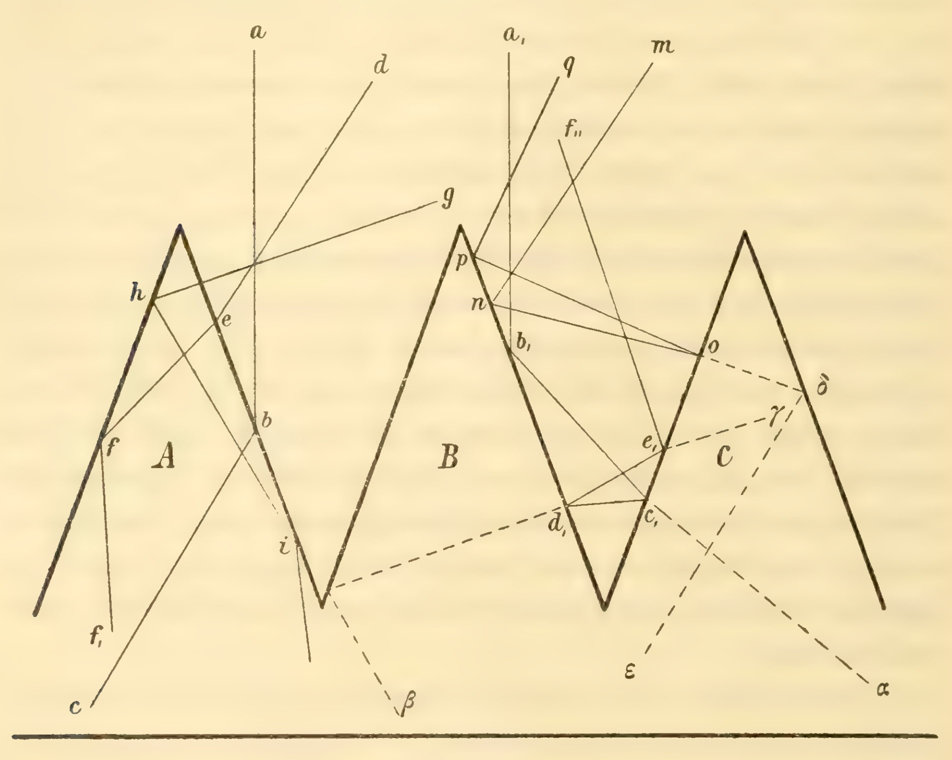
Oftmals habe ich von den kuppel- oder kegelförmigen Epithelzellen gesprochen, welche, wie allgemein bekannt, die Blütenblätter, besonders wo sie starke und tiefe Färbungen zeigen, überkleiden. Diesen Gebilden kommt eine besondere optische Bedeutung für die Leitung des einfallenden Lichtes nach den Pigmenten zu, die ich zunächst an einem Schema darlegen will.

Es seien in Textfig. 1 *A, B, C* drei Kegel, die, auf einer Unterlage aufsitzend, mit den Spitzen senkrecht in die Luft ragen; *ab* ein einfallender, aus dem Zenith kommender Strahl; er wird nach *c* gebrochen, d. h. der Unterlage zugeführt werden. Ein anderer, geneigt einfallender Strahl *de* wird wesentlich dasselbe Schicksal haben und etwa nach *f* gelangen, von wo er

---

[1] Pringsheim's Jahrbücher der Botanik, Bd. 16 (1885).

durch totale Reflexion auch der Unterlage zugeführt wird (f_1). Die hier gezeichneten Brechungen sind berechnet für den Fall, daß der Brechungsindex des Kegelinhaltes $n = 1 \cdot 35$ ist, wobei ich bemerken muß, daß die Zellmembran, die einen höheren Brechungsindex besitzt, wegen ihrer Dünnheit auf den Verlauf des gebrochenen Strahles keinen merklichen Einfluß hat.[1] Ein streifend einfallender Strahl *gh* wird durch totale Reflexion



Textfig. 1.

nach *i* und weiterhin nach *k* geworfen[2] und somit auch der Unterlage zugeführt werden. Sollte der Winkel der totalen Reflexion bei *h* nicht erreicht sein, so dringt ein Anteil von ihm aus dem Kegel *A* bei *h* wieder heraus, um das Schicksal zu erfahren, welches den reflektierten Anteilen dieser Strahlen zukommt. Wir haben ja gesehen, daß, abgesehen vom Falle

[1] Vgl. Helmholtz, Physiologische Optik, 1. Auflage, p. 60.

[2] Ich habe den Winkel der totalen Reflexion $= 4 \cdot 10$ berechnet für den hier in Betracht kommenden Brechungsindex der Zellmembran und diesen $n = 1 \cdot 5$ angenommen. Dabei habe ich allerdings die Brechung beim Übergang des Strahles aus dem Zellinhalt in die Membran vernachlässigt, was bei diesem Schema nicht in Betracht kommt.

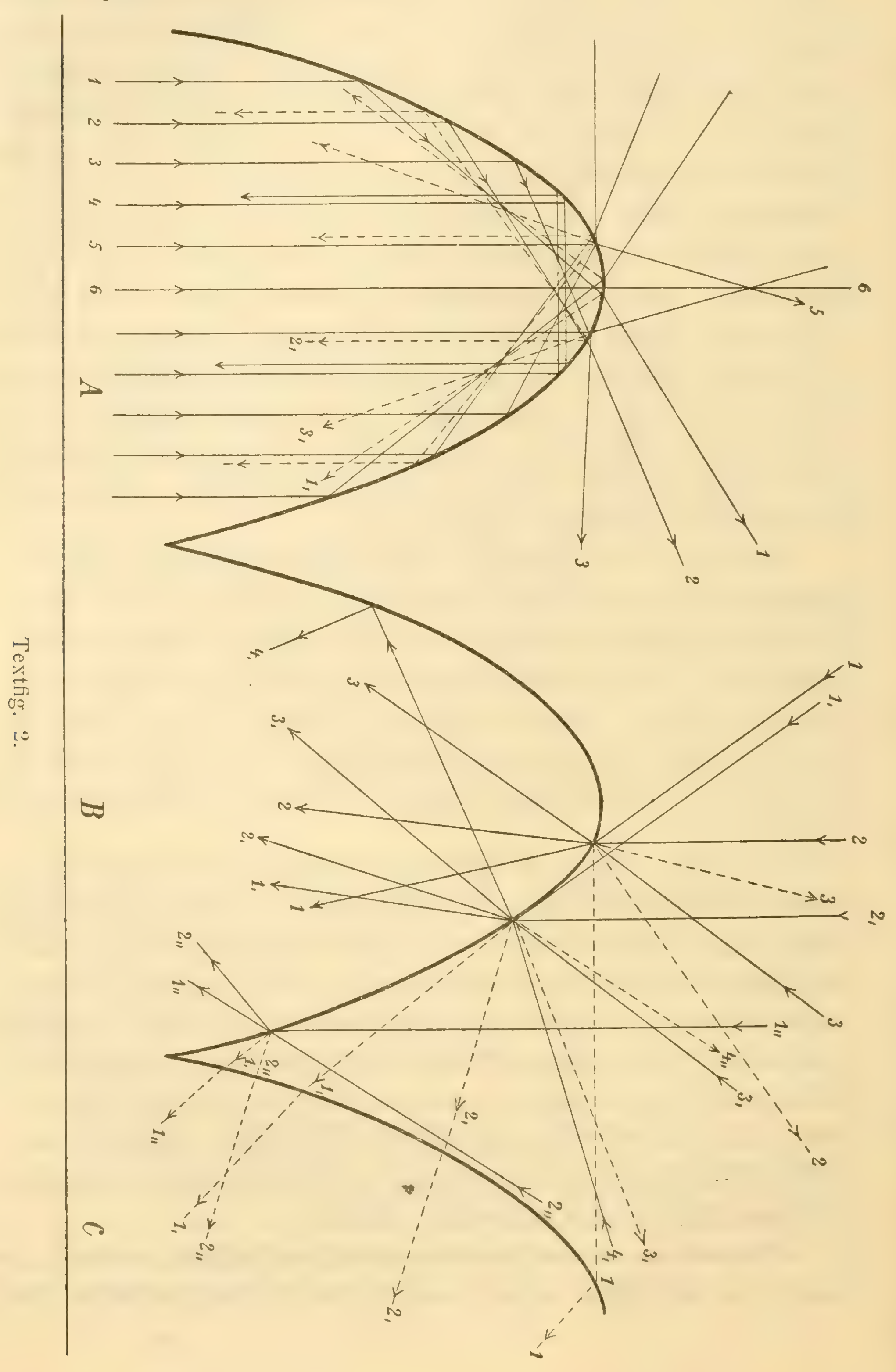
der totalen Reflexion, an jeder Grenzfläche zweier Medien ein Anteil des einfallenden Strahles gebrochen, ein anderer reflektiert wird. Am Kegel B und C ist der Verlauf dieser Anteile gezeichnet. $a_1 b_1$ sei wieder der aus dem Zenith kommende Strahl und der an der Oberfläche des Kegels reflektierte Anteil desselben $b_1 c_1$; dieser fällt auf den Kegel C und dringt in denselben ein ($c_1 \alpha$), ein kleiner Anteil von ihm wird in c_1 reflektiert, gelangt nach d_1, wo wieder sein größter Teil in den Kegel und somit zur Unterlage gelangt (bei β), nur ein neuer Rest wird nach e_1 reflektiert, dringt da in den Kegel ein (γ) und ein Minimum wird endlich zurückkehren (nach f_{II}). Der gleich de geneigte Strahl mn wird ein ähnliches Schicksal haben: sein in n reflektierter Anteil wird bei o in den Kegel C eindringen, sein reflektierter Rest auf dem Wege pq wenigstens teilweise in das Freie zurückkehren; der größere Teil desselben dringt bei o in den Kegel C ein und wird in demselben durch totale Reflexion der Basis zugeführt. Nicht wesentlich anders wird es mit dem Strahle von streifender Inzidenz sein.

Betrachten wir nun, der Natur näherkommend, die Verhältnisse für den Fall, daß nicht Kegel im geometrischen Sinne, sondern Kuppen von der Art, wie sie an vielen Blütenblättern vorkommen, die Grenze zwischen Luft und dem organischen Gewebe bilden. Ich habe für die Textfig. 2 den Gang der Strahlen wieder berechnet und konstruiert für den Fall, daß der Zellinhalt den Brechungsindex $n = 1 \cdot 35$ und die Zellmembran $n = 1 \cdot 5$ hat.

Auf die Kuppe B falle der Strahl 1 an einer ihrem höchsten Punkte benachbarten Stelle. Er wird, wie die Zeichnung zeigt, zum großen Teile in die Zelle eindringend der Basis zugeführt werden. Sein reflektierter Anteil (punktiert) ist aber nicht verloren, sondern trifft die benachbarte Zelle, in deren Inneres er zum größten Teile durch Brechung gelangt. Ein denselben Punkt treffender, aus dem Zenith kommender Strahl 2 wird auch durch Brechung der Basis der Zelle zugeführt, sein reflektierter Anteil geht allerdings in die Luft zurück. Dasselbe gilt von dem schief einfallenden Strahl 3.

Betrachten wir die Strahlen derselben Neigungswinkel, die einen von der Spitze entfernteren Punkt der Kuppe treffen. Der

Strahl 1, wird der Basis zu gebrochen; sein reflektierter Anteil dringt in die benachbarte Zelle, und was an deren Grenze von ihm reflektiert worden ist (nicht gezeichnet), wird in die Zelle B eindringen.



Textfig. 2.

Der aus dem Zenith kommende Strahl $2_{/}$ hat wesentlich dasselbe Schicksal, ebenso der geneigt einfallende Strahl $3_{/}$, nur geht von diesem der reflektierte Anteil für die Pflanze verloren. Auch der streifend einfallende Strahl $4_{/}$ wird größtenteils der Basis der Zelle zugeführt, nachdem er in derselben eine totale Reflexion erfahren hat.

Endlich sind noch die Strahlen $1_{//}$ und $2_{//}$ gezeichnet, welche einen Punkt nahe der Basis der Zelle treffen und die teils in *B*, teils in *C* eindringen.

Es ist also eine mit durchsichtigen Kegeln oder kuppelförmigen Hervorragungen besetzte Oberfläche in hohem Grade geeignet, von einer gegebenen Menge einfallenden Lichtes einen verhältnismäßig großen Teil in sich aufzunehmen; man könnte sie eine Lichtfalle nennen. Dabei wird das in die Kuppen eingedrungene Licht durch Brechungen und Reflexionen auf Umwegen zu seinem endlichen Ziele geleitet, so daß es, falls die Zellen Pigmente enthalten, eine gesättigtere Farbe annehmen muß, als wenn es diese nur einfach durchsetzen würde.

Die bisher besprochenen Strahlen beleuchten die Unterlage der Kuppen, d. i. das Tapetum und die etwa an der Basis der kegelförmigen Zellen gelegenen Chromatophoren. Diese beleuchteten Gebilde schicken nun selbst Strahlen aus, welche, die Oberfläche des Blütenblattes passierend, schließlich in das Auge zu gelangen vermögen. Betrachten wir das Schicksal dieser Strahlen. Es ist teilweise wiedergegeben in der Zellenkuppe *A* der Textfig. 2. In derselben sind nur die parallel der Kegelachse nach außen strebenden Strahlen gezeichnet. Man erkennt, daß von den Strahlen 1 bis 4 wegen der totalen Reflexion überhaupt nichts unmittelbar nach außen gelangt; erst vom Strahle 5 angefangen dringt Licht direkt nach außen; bei den Strahlen 1 bis 3 geschieht das erst nach einmaliger totaler Reflexion. Der Strahl 4 gelangt überhaupt nicht ins Freie, er ist durch totale Reflexion gezwungen, wieder an die Basis der Zelle zurückzukehren.

Man ersieht aus der Zeichnung, daß erstens von den aufsteigenden Strahlen ein großer Teil durch Reflexion nochmals den Weg durch die Zelle zu nehmen genötigt wird, daß zweitens

das Licht überhaupt nur an der Kuppe die Zelle zu verlassen vermag.

Es wiederholt sich hier also im wesentlichen das Spiel, das wir bei den von außen einfallenden Strahlen kennen gelernt haben, auch für die nach außen zurückkehrenden, was eine Erhöhung der Farbensättigung durch Absorption bei dem eben genannten Mangel des an der Oberfläche ungefärbt reflektierten Lichtes (Oberflächenlicht) bewirken muß.

Wenn in der Kuppe *A* nur der Verlauf von senkrecht aufsteigenden Strahlen gezeichnet worden ist, so ergibt eine einfache Betrachtung, daß schief aufsteigende Strahlen sich in der Hauptsache ähnlich verhalten müssen, nur wird, wenn Strahlen von sehr verschiedener Richtung aufsteigen, das Feld an der Spitze der Kuppe, welches das Licht direkt nach außen treten läßt, ein größeres sein.

Erinnern wir uns, ausgestattet mit den Resultaten dieser geometrisch-optischen Betrachtungen, an die Epithelzellen eines Blumenblattes, wie sie etwa in Fig. 6*b* oder 7 dargestellt sind, welche an ihrer Basis gelbes, im Körper purpurfarbenes Pigment enthalten, so wird die so häufig beobachtete gesättigte, dabei doch sehr helle Farbe verständlich. Dasselbe gilt aber auch von den tiefen Farben der Blütenblätter, deren Oberfläche an die Textur des Samtes erinnert, z. B. mancher Rosen, Stiefmütterchen etc. Beruht doch der optische Eindruck des Samtes auf ganz ähnlichen Vorgängen. Auch hier wird das näherungsweise in der Richtung der Fäden eindringende Licht, soweit es reflektiert wird, von anderen Fäden aufgenommen und schließlich der Basis zugeführt oder im Faden absorbiert. Deshalb ist der schwarze Samt dunkler als jedes andere schwarze Gewebe.

Daß jene in den Textfig. 1 und 2 dargestellten optischen Verhältnisse im großen und ganzen auch der Wirklichkeit entsprechen, davon kann man sich am einfachsten überzeugen, indem man die Epithelschichte von der Innenseite eines weißen Pelargonienblütenblattes vom Tapetum abzieht und ohne Zusatz einer Flüssigkeit, auch ohne Deckgläschen, so auf den Objektträger legt, daß die Spitzen der Kegel nach aufwärts sehen. Beleuchtet man dann ohne Kondensor mit dem Planspiegel

(entsprechend Fig. 2, Kuppe *A*), so sieht man das Präparat an den meisten Stellen schwarz, nur die Spitzen der Kuppen bilden sehr helle Flecke und in ihren Zwischenräumen sind einzelne mäßig lichte Stellen. Eine rote Pelargonie zeigt dasselbe Bild, nur sind die Spitzen der Kuppen rot. Die Zellen haben bei diesen Blumen im Profil betrachtet eine Gestalt, die an eine weibliche Brust erinnert.

Derselbe Versuch, mit einer Blüte der Kapuzinerkresse *(Tropaeolum majus)* ausgeführt, gibt dasselbe Resultat, nur sind da entsprechend einer schärferen Spitze die Lichtpunkte derselben noch kleiner. Selbstverständlich hat man es hier nicht etwa mit einem optischen Bilde zu tun, welches die Zellen, als Konvexlinsen wirkend, entwerfen und wie man solche unter anderen Umständen durch Zellen, Fetttröpfchen etc. häufig unter dem Mikroskope sieht, denn es hat jener helle Punkt keine Ähnlichkeit mit der Gestalt der beleuchtenden Lichtfläche und liegt auch nicht über der Zelle, sondern an der Spitze derselben.

Benützt man den Kondensor des Mikroskopes, d. h. fällt Licht aus verschiedener Richtung auf die Basis des Kegels, so wird jener Fleck größer, d. h. es dringen aus einem größeren um die Spitze gelegenen Areal Strahlen heraus, wie das nach obigem zu erwarten war. Je nach der Art der Beleuchtung, der Lage der Zellen und vor allem ihrer Benetzung, sieht man häufig mannigfaltige und auf den ersten Blick rätselhafte Lichteffekte an denselben, die nur durch die geschilderten optischen Eigenschaften verständlich werden.

Übrigens hat schon E. Stahl[1] in bezug auf die Laubblätter optische Eigenschaften der kuppelförmigen Zellen besprochen und erkannt, daß sie geeignet sind, Licht dem Inneren des Blattes durch Brechung an der Kuppe zuzuführen. Er sagt p. 203: »Selbst solches Licht, welches annähernd parallel die Blattoberfläche streift, gelangt noch in das Blattinnere: die Papillen wirken als Lichtfänge oder besser gesagt Strahlenfänge.« Er fand solche Papillen, die den Laubblättern eine

---

[1] Über bunte Laubblätter. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Vol. XIII, 1896.

samtartige Oberfläche schaffen, hauptsächlich an den Schattenpflanzen der Tropen und solchen, die in feuchter Luft stehen.

Wiederholt habe ich mir die Frage vorgelegt, ob die zierlichen Streifen, die an den kuppenförmigen Epithelzellen, wie die tragenden Rippen der Peterskuppel in Rom, von der Basis nach der Spitze zusammenlaufend ansteigen, nicht auch mit freiem Auge sichtbare optische Effekte bewirken. Ich konnte aber solche nicht finden und halte sie auch für unwahrscheinlich, seit ich mich überzeugte, daß diese Streifen leistenartigen Verdickungen der Zellmembran entsprechen, die gegen das Innere der Zelle vorspringen, also wegen ihrer Umlagerung mit Zellsaft keine starken Reflexionen erzeugen können. Es scheint mir jetzt am wahrscheinlichsten, daß es in der Tat architektonische Gebilde sind, dazu bestimmt, die Form der Kuppe trotz der außerordentlichen Zartheit der Membran zu wahren. Ich werde darin bestärkt durch die Erfahrung, daß ähnliche Leisten auch an ganz anders geformten Epithelzellen da vorkommen, wo sie, an die Luft grenzend, den Insulten durch Insekten usw. am meisten ausgesetzt sind, z. B. beim Flieder.

D. Analyse einzelner Blütenfarben (Franz Exner).

Die Farben der Blüten zeichnen sich häufig durch besondere Lebhaftigkeit aus; schon Helmholtz hat nach dem Anblick derselben vermutet, daß ihnen ein hoher Grad von Sättigung zukomme, allein das Auge vermag nicht zu entscheiden, ob die Sättigung oder die Helligkeit oder etwa der Farbenton dabei die wesentliche Rolle spielt. Das könnte nur durch eine optische Untersuchung dieser Farben geschehen und da eine solche meines Wissens nicht vorliegt, so habe ich sie für eine Reihe allgemein bekannter und typischer Farben an frischen Blüten ausgeführt. Die Methode war dieselbe, die ich früher schon zur Untersuchung[1] von Pigmenten und der Farben der Edelsteine verwendete; das Objekt wurde durch eine starke elektrische Bogenlampe passend beleuchtet und das reflektierte Licht in

---

[1] »Zur Charakteristik der schönen und häßlichen Farben«. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXI, Abt. IIa. Juli 1902.

einem König'schen Spektrophotometer an 14 Stellen des Spektrums mit dem gleichzeitigen Reflex von einer weißen Fläche (Magnesiumoxyd) der Intensität nach verglichen. Man erhält so die Spektralkurve der betreffenden Farbe, aus der sich dann alles weitere ableiten läßt. Legt man die Helmholtz'sche Theorie zugrunde, so entsprechen den drei Grundempfindungen Rot, Grün und Blau die folgenden Wellenlängen:

R komplementär zu ....$\lambda = 494\ \mu\mu$
G von der Wellenlänge ....$\lambda = 508\ \mu\mu$
B von der Wellenlänge ....$\lambda = 475\ \mu\mu$

und es ergeben sich aus der Spektralkurve zunächst die drei Quantitäten R, G und B, mit welchen die Grundempfindungen am Zustandekommen der betreffenden Farbe beteiligt sind; ich bemerke jedoch, daß die Wahl dieser Grundempfindungen für die folgenden Bestimmungen von Sättigung und Helligkeit ganz gleichgültig ist. Sind die Anteile R, G und B ermittelt, so bestimmen dieselben die Lage der Farbe im Farbendreieck $R—G—B$ und damit ist die Sättigung derselben gegeben und der Farbenton. Letzterer bestimmt sich durch die Wellenlänge desjenigen Punktes der in dem Farbendreieck eingetragenen Kurve des Weißspektrums, der von der Verbindungslinie des Weißpunktes im Dreieck mit dem Farbpunkte getroffen wird. Die Sättigung dagegen möchte ich folgenderweise definieren: sind r, g und b die Anteile der drei Grundempfindungen an der Farbe, in beliebigen Einheiten gemessen und hat eine davon z. B. g den kleinsten Wert, so ist die Sättigung S gegeben durch die Formel:

$$S = \frac{(r+g+b)-3g}{(r+g+b)}.$$

Nach dieser Definition bedeutet $3g$ den Betrag an Weiß, der der Farbe beigemischt ist, der Zähler somit den Betrag an gesättigter Farbe und der Nenner den Gesamtbetrag. Die Werte von S müssen demnach immer zwischen 0 und 1 liegen, je nachdem die Farbe rein Weiß oder aber ganz gesättigt ist. Im Farbendreieck bestimmen sie sich durch das Verhältnis der Distanz Farb- und Weißpunkt zur Trajektorie, die von letzterem über ersteren bis an den Umfang des Dreieckes gezogen wird.

Was endlich die Helligkeit betrifft, so ergibt sich dieselbe durch Integration der Spektralkurve der Farbe zwischen den Grenzen der beobachteten Wellenlängen; die so erhaltene Fläche ist ein Maß der Helligkeit. Da für jede Wellenlänge die Intensität der Farbe mit der Intensität des von der weißen Fläche reflektierten Lichtes gleicher Wellenlänge verglichen wird, wobei letztere als Einheit dient, so wäre die Gesamthelligkeit der Farbe, bezogen auf die des Weiß als Einheit, durch das Verhältnis der Flächen gegeben, die beiden Spektralkurven zukommen. Für das Weiß ist aber diese Kurve, dem Früheren zufolge, eine gerade Linie, die der Abszissenachse im Abstande 1 parallel verläuft. Es ist zu bemerken, daß die »weiße« Fläche in Wirklichkeit ein Grau ist und daß es vorkommen kann — bei sehr gesättigten, z. B. gelben Farben — daß für einzelne Wellenlängen die Intensität der Farbe größer ist als die der weißen Vergleichsfläche, die Ordinate der betreffenden Spektralkurve also über die konstante Weißordinate hinausgeht; die Gesamthelligkeit bleibt aber stets hinter der des benützten »Weiß« zurück.

In der folgenden Tabelle I gebe ich die (abgekürzten) Zahlen für die Ordinatenwerte der Spektralkurven wie sie direkt durch Messung an 13 Blüten und einem Laubblatt erhalten wurde; zu bemerken ist dabei, daß die willkürliche Einheit dieser Zahlen eine solche ist, daß die konstante Weißordinate nicht, wie früher angenommen wurde, den Wert 1, sondern den Wert 84 hat. Man sieht, daß bei gelben Blüten in der Gegend der Wellenlänge 570 in der Tat die Helligkeit des zum Vergleiche herangezogenen Weiß überschritten wird.

In der nebenstehenden Tabelle sind die Objekte nach den Farbenbezirken des Spektrums geordnet; die Nr. I, XIII und XIV liegen jedoch außerhalb des Spektrums, im Purpur. Es ist dieser Farbenbezirk ein in bezug auf den Farbenton aber so ausgedehnter, daß darin alle Nuancen vom reinen Rot fast bis zum reinen Blau vertreten sind. Nr. I hat zufällig einen Farbenton, der der Grundempfindung »Rot« sehr nahe kommt und deshalb habe ich es von den anderen Purpurfarben getrennt und an die Spitze der Tabelle gestellt. Einen der Grundempfindung »Grün« entsprechenden Repräsentanten zu finden, ist mir nicht

Tabelle I.

			λ in μμ													
			680	670	660	640	620	600	577	550	520	490	475	450	433	420
Rot	I	Gartenrose, dunkel	39	39	41	38	25	16	8	3	2	3	4	10	14	11
Orange	II	*Pelargonium splendens*	39	45	46	52	46	30	17	4	3	5	5	6	8	10
Orange	III	*Phyllocactus*	43	48	60	64	71	58	46	34	33	38	30	24	25	25
Gelb	IV	*Caltha palustris*	43	46	55	61	68	74	89	97	85	20	6	5	5	1
Gelb	V	Blatt vom Blütenkranz der Sonnenblume	32	40	47	55	61	72	87	85	54	6	5	5	2	1
Grün	VI	Blatt von *Prunus armeniaca*	5	5	6	7	9	11	12	17	18	14	12	12	12	12
Blau	VII	*Gentiana acaulis*	17	14	13	12	11	14	10	14	24	36	40	41	45	45
Blau	VIII	Dasselbe, zweites Exemplar	13	10	9	7	6	8	7	9	13	29	28	31	31	31
Blau	IX	Dasselbe, drittes Exemplar	13	9	8	7	6	7	6	8	12	20	22	27	28	28
Blau	X	*Gentiana verna*	12	11	10	9	9	8	8	9	13	22	24	35	37	37
Blau	XI	Dasselbe, zweites Exemplar	13	12	10	8	9	6	7	9	16	30	32	36	41	41
Blau	XII	*Clematis hortensis*	25	25	22	11	7	5	5	5	9	20	22	26	24	24
Purpur	XIII	Gartenrose (licht)	41	43	43	45	37	29	23	16	17	27	33	39	40	40
Purpur	XIV	Gartenrose (Rohan)	24	23	21	15	9	5	3	2	3	4	5	6	6	5

gelungen, das Blattgrün, soweit ich es zu untersuchen Gelegenheit hatte, liegt beträchtlich davon gegen Gelb ab. Dagegen fällt der Farbenton der Gentianen sehr genau mit der Grundempfindung »Blau« zusammen und ich bemerke, daß das nach früheren Messungen zugleich die Farbe des tiefblauen Himmels ist, die sich davon wesentlich durch ihre Helligkeit unterscheidet, während ihre Sättigung der der Gentianen gleichkommt.

Aus den Zahlen dieser Tabelle lassen sich nun, wie ich in einer früheren Arbeit des genaueren angegeben habe,[1] die jeder Farbe zukommenden Anteile der Grundempfindungen R, G und B in willkürlichen, aber für jedes Objekt natürlich konstanten Einheiten ausdrücken. Aus den so erhaltenen Werten wieder ergibt sich, wie früher schon bemerkt, der Farbenton (λ), die Sättigung *(S)* und die Helligkeit *(H)*. In Tabelle II sind alle diese Größen für die untersuchten Objekte angegeben.

Tabelle II.

Nr.	R	G	B	λ in $\mu\mu$	S	S'	H
I	117	67	85	Kompl. zu 498	0·25	—	0·19
II	189	114	64	615	0·47	0·47	0·24
III	227	201	132	590	0·27	0·27	0·49
IV	223	252	28	573	0·84	0·85	0·59
V	259	273	28	574	0·85	0·86	0·56
VI	129	154	121	515	0·10	0·20	0·14
VII	85	86	210	477	0·33	0·44	0·29
VIII	54	54	144	475	0·36	0·49	0·21
IX	46	46	121	475	0·35	0·48	0·18
X	58	56	161	474	0·39	0·53	0·21
XI	58	59	166	476	0·41	0·55	0·23
XII	43	40	112	472	0·39	0·53	0·11
XIII	133	106	176	Kompl. zu 548	0·23	—	0·38
XIV	155	104	155	Kompl. zu 508	0·25	—	0·10

[1] L. c.

Zu den Werten R, G und B in dieser Tabelle möchte ich noch folgendes bemerken. Sind zwei dieser Werte untereinander gleich, so ist die Farbe entweder eine der drei Grundempfindungen, wenn der dritte Wert der größte ist oder sie ist zu einer der Grundempfindungen komplementär, wenn der dritte der kleinste ist. Vollkommen gesättigt wäre eine Farbe, wenn einer oder zwei dieser Werte gleich Null würden, im letzteren Falle wäre sie eine der drei Grundempfindungen selbst. Sind aber alle drei Werte von Null verschieden, so enthält die Farbe einen Betrag an Weiß, der durch den dreifachen Betrag des kleinsten Wertes gegeben ist. Für reines Weiß wären alle diese Werte gleich groß.

Von den Farbentönen, welche in Tabelle II vorkommen, fallen nur die den Gentianen angehörigen (VII bis XI) mit einer der drei Grundempfindungen zusammen, denn $\lambda = 475$ entspricht der Grundempfindung Blau, die Werte für R und G sind demgemäß auch in diesen Fällen gleich groß. Es sei erwähnt, daß den gleichen Farbenton auch der Saphir und das tiefe Blau des Himmels zeigt. Zu einer der Grundempfindungen komplementär ist nur die Farbe der Rohanrose (XIV); ihre Werte von R und B sind gleich groß und größer als der für G, sie ist somit der Grundempfindung Grün genau komplementär. Ich habe seinerzeit[1] darauf aufmerksam gemacht, daß im allgemeinen jene Farbentöne dem Auge angenehm sind, die mit einer der Grundempfindungen zusammenfallen oder einer solchen komplementär sind; es mag sein, daß dieser Umstand bei Beurteilung obiger Farben durch das Auge mit im Spiel ist.

Was nun die Sättigungen anlangt, so sind dieselben unter S ihrem absoluten Betrage nach angegeben; um darüber ein Urteil zu gewinnen, dürfte es sich empfehlen, dieselben mit den Sättigungen zu vergleichen, die die entsprechenden Farben eines reinen Spektrums zeigen. Auch diese sind ja zum großen Teil ungesättigt, im Grün sogar in sehr beträchtlichem Maße, ihre Sättigungen für die hier in Betracht kommenden Wellenlängen sind im gleichen Maße wie die früheren in Tabelle III angegeben.

[1] L. c.

Tabelle III.

	λ in μμ	S
Vom äußersten Rot bis	600	1·00
Gelb	574	0·99
Gelbgrün	520	0·72
Grün	508	0·39
Grünblau	495	0·50
Blau	475	0·74

Dividiert man die Sättigungen *S* der Tabelle II durch die zugehörigen Werte der Tabelle III, so ergeben sich die relativen Sättigungen der Farben, die unter *S'* in der Tabelle II eingetragen sind; sie geben das Verhältnis der betreffenden Farbe zur gleichen Spektralfarbe in bezug auf den Sättigungswert an und geben so eine bessere Vorstellung als die absoluten Werte. Man sieht, daß z. B. die Farbe der Gentianen halb so gesättigt ist wie die gleiche Partie eines reinen Spektrums.

Um nun ein Urteil darüber zu gewinnen, ob außer dem Farbenton bei Betrachtung der Blütenfarben auch deren Sättigung und Helligkeit eine Rolle spielt und welche, schien es mir wünschenswert, dieselben mit solchen Farben zu vergleichen, die uns sonst gewöhnlich umgeben und deren Anblick uns geläufig ist. Ich habe deshalb meine früheren Messungen an derartigen Objekten, bei denen es sich nur um den Farbenton handelte, nun auch in bezug auf Sättigung und Helligkeit berechnet, letzteres soweit mir das Beobachtungsmaterial noch zugänglich war, und stelle die Resultate dieser Berechnung in der folgenden Tabelle IV zusammen. In dieselbe sind außer den schon besprochenen Blütenfarben noch aufgenommen: die Farben von Edelsteinen, die ja auch eine hervorragende Rolle spielen, die Farben alter Teppiche und jene gefärbter Papiere. Letztere sind einfach als »Pigmente« bezeichnet, es sind das die gewöhnlichen käuflichen Papiere; dagegen bezeichnet der Zusatz »physiologisch« solche Pigmente, wie sie speziell zu physiologisch-optischen Versuchen hergestellt und vom Physio-

logischen Institut in Leipzig in den Handel gebracht werden. Dieselben zeichnen sich den gewöhnlichen gegenüber durch eine auffallende Sättigung und Reinheit der Farbentöne aus. In Tabelle IV sind der leichteren Übersichtlichkeit wegen die Objekte innerhalb jeder Farbengruppe nach ihrem Sättigungsgrad geordnet. In die erste Gruppe habe ich jene vereinigt, deren Farbenton zwar noch im Purpur liegt, aber schon so nahe am roten Ende des Spektrums, daß sie mit Rücksicht auf die geringe Farbenänderung in diesem Bezirke noch als Repräsentanten von »Rot« gelten können.

Tabelle IV.

		λ in μμ	*S*	*S'*	*H*
Purpur nahe an Rot	Rubin, mit Gold unterlegt	Kompl. zu 494·5	0·55	—	0·27
	Derselbe, ohne Unterlegung	Kompl. zu 495	0·28	—	0·13
	Spinell	Kompl. zu 494	0·26	—	0·22
	Rose, dunkel (I)	Kompl. zu 498	0·25	—	0·19
	Teppich, altpersisch	Kompl. zu 494	0·10	—	0·16
	Teppich, altpersisch, beste Zeit	Kompl. zu 496	0·07	—	0·21
Orange	*Pelargonium splendens* (II)	615	0·47	0·47	0·24
	Phyllocactus (III)	590	0·27	0·27	0·49
Gelb	Sonnenblume (V)	574	0·85	0·86	0·56
	Caltha palustris (IV)	573	0·84	0·85	0·59
	Pigment, physiologisch	566	0·55	0·55	0·67
	Pigment	577	0·40	0·40	—
Grün	Smaragd	507	0·20	0·46	0·19
	Pigment (Schweinfurtergrün)	509	0·11	0·27	—
	Pigment (Radde's Skala, Grün 15 *h*)	512	0·10	0·22	—
	Blatt von *Prunus armeniaca* (VI)	515	0·10	0·20	0·14

		λ in μμ	S	S'	H
Blau	Pigment, physiologisch	475	0·51	0·69	0·28
	Saphir	474	0·46	0·62	0·05
	Gentiana verna (X, XI)	475	0·40	0·54	0·22
	Clematis hortensis (XII)	472	0·39	0·53	0·11
	Gentiana acaulis (VII, VIII, IX)	476	0·35	0·47	0·23
	Teppich, altpersisch	478	0·29	0·40	0·07
	Pigment	475	0·28	0·39	—
	Teppich, anatolisch	480	0·12	0·17	—
Purpur	Rose (Rohan, XIV)	Kompl. zu 508	0·25	—	0·10
	Rose, licht (XIII)	Kompl. zu 548	0·23	—	0·38
	Amethyst	Kompl. zu 566	0·20	—	0·11
	Pigment, physiologisch	Kompl. zu 507	0·20	—	—
	Pigment, physiologisch	Kompl. zu 521	0·20	—	0·36

Zu dieser Tabelle wäre noch folgendes zu bemerken: Die verwendeten Exemplare von Rubin, Smaragd und Saphir waren durch Reinheit und Schönheit ihrer Farbe besonders ausgezeichnet; wie man sieht, entspricht ihr Farbenton sehr genau den Grundempfindungen Rot, Grün und Blau und ihre Sättigung ist durchwegs eine hohe. Die Farben der orientalischen Teppiche wurden nicht an den Originalen, sondern an ausgezeichneten Kopien[1] derselben, die die Farbe ganz getreu wiedergaben, gemessen. Endlich habe ich in der Tabelle die drei Messungen an *Gentiana acaulis* und die beiden an *Gentiana verna* zu je einem Mittelwert vereinigt, da die Einzelwerte nur unbedeutend voneinander abweichen.

Im allgemeinen kann man sagen, daß in allen Farbengruppen, nach der Sättigung geordnet, die Edelsteine, Blüten-

[1] »Orientalische Teppiche«, herausgegeben vom k. k. Handelsministerium, Wien 1892.

farben und Pigmente aufeinander folgen, während die Helligkeiten keine ausgesprochene Rolle zu spielen scheinen. Im Rot steht in bezug auf Sättigung obenan der Rubin, und es ist interessant zu sehen, wie die vielfach angewendete Unterlegung desselben mit Goldfolie sowohl Sättigung als Helligkeit auf das Doppelte steigert. Den Steinen fast gleichwertig ist die dunkle Rose (I), während das Rot der persischen Teppiche — im Farbenton gleich — in der Sättigung weit zurücksteht. Im Orange fällt die hohe Sättigung der Pelargonie auf gegenüber der roten Kaktusblüte, es ist aber auch gerade die Pelargonie durch ihre leuchtende Farbe ausgezeichnet. Auch im Gelb überragen die Blütenfarben sehr bedeutend die Pigmente, während im Grün das Laubblatt an unterster Stelle steht, entsprechend dem indifferenten Charakter seiner Farbe. Im Blau steht ausnahmsweise, als einziger Fall, ein Pigment, eines der physiologischen, an oberster Stelle, dessen Farbstoff mir leider unbekannt ist, das aber sogar noch den Saphir an Sättigung übertrifft. Dann folgt der Saphir und, nicht viel weniger gesättigt als dieser, die Blütenfarben, denen die übrigen Pigmente beträchtlich nachstehen. Im Purpur endlich stehen die Blüten obenan, indem sie die Pigmente nicht bedeutend, aber immerhin deutlich merkbar an Sättigung übertreffen.

Da die Farben der Gegenstände, die uns täglich umgeben, jedenfalls noch viel ungesättigter sind als die Pigmente, so glaube ich, daß man aus dem Vorstehenden den Schluß ziehen kann, daß die Farben der Blüten zu den meist gesättigten unserer Umgebung gehören und nur noch von den schönsten Edelsteinen übertroffen werden. Es erscheint darum die Annahme, daß das Augenfällige und Leuchtende dieser Farben durch deren hohe Sättigung bedingt sei, als sehr wahrscheinlich, dagegen scheint die Helligkeit für den Eindruck auf das Auge nicht von besonderer Bedeutung zu sein.

Zusammenfassung (Sigm. Exner).

In der phylogenetischen Entwicklung der Phanerogamen haben sich als Lockmittel für Insekten außer den Quellen des Duftes auch noch die Farben der Blüten ausgebildet, die zum

Teile sehr lebhafte und für uns Menschen in hohem Grade augenfällige sind.

Diese Lebhaftigkeit der Farben verdanken die Blüten vielfach einer lichtreflektierenden Schichte (Tapetum), die sich unter den gefärbten Epithelzellen als weiße Unterlage befindet. Sie spielt die Rolle der Folie unter gefaßten Edelsteinen und ist in der größten Mehrzahl der Fälle gebildet aus luftgefüllten Spalträumen zwischen den organischen Geweben, bisweilen auch aus sehr kleinen Stärkekörnern.

Die große Mannigfaltigkeit der an Blüten auftretenden Farbentöne findet bei der geringen Anzahl der tatsächlich vorkommenden Farbstoffe ihre Erklärung darin, daß, abgesehen von den Farbenvariationen der Anthokyane, die Pigmente nach dem Prinzipe der Additionsfarben und nach dem Prinzipe der Subtraktionsfarben, sowie in der Kombination dieser beiden Prinzipien wirken können. Unter Additionsfarben sind jene Farben verstanden, die entstehen, indem Strahlen, die verschiedene Pigmente passiert haben, von dem Blütenblatt so zurückkehren, daß sie von derselben Stelle zu kommen scheinen; unter Subtraktionsfarben die dadurch entstehenden Farben, daß von einer Stelle des Blütenblattes nur jene Strahlen zurückkehren, die von keinem der Pigmente absorbiert worden sind.

Das an Blüten vorkommende Schwarz kommt in der Regel durch restlose Subtraktion zustande, indem ein farbiges Pigment alle Strahlen des weißen Lichtes absorbiert, welche das andere farbige Pigment hindurch gelassen hat.

Die häufig vorkommende komplizierte Gestaltung der Oberfläche von Blütenblättern (kuppelförmige Epithelzellen) bewirkt einerseits durch Brechung und Reflexion einen längeren Weg des Lichtes in den absorbierenden Pigmenten, andrerseits eine Verminderung des an der Grenze zwischen Luft und Pflanzengewebe reflektierten weißen Lichtes, welche beide Umstände zur Erhöhung der Farbensättigung beitragen.

Der Grad dieser Sättigung sowie der Helligkeit kann gemessen werden, wobei sich die Farben gewisser Blüten als zu den gesättigtesten gehörend herausstellen, die wir im täglichen Leben zu sehen bekommen. Nur die farbenprächtigsten Edel-

steine (Rubin, Saphir) übertreffen noch gewisse Blütenfarben an Sättigung.

Daß die Blüten komplizierte Einrichtungen haben, welche die Sättigung ihrer Farben auf einen hohen Grad erheben, macht es sehr wahrscheinlich, daß die sie aufsuchenden Insekten das Vermögen des Farbensehens besitzen, und daß die Helligkeit der Blütenfärbung dabei in zweiter Linie steht, wird begreiflich, wenn man bedenkt, daß jeder von einer spiegelnden Laubblattoberfläche oder einer kleinen Wasserfläche zurückgeworfene direkte Sonnenstrahl doch an Helligkeit das Blütenblatt noch übertreffen, dasselbe also durch die Helligkeit kein charakteristisches Merkmal gewinnen würde.

Erklärung der Tafel.

(Mit Ausnahme der Fig. 2 gezeichnet von Sigm. Exner.)

Fig. 1. Epithelzellen von der Innenfläche eines Perigonblattes von *Ranunculus acer* mit Farbstoffkrystallen in ihrem Inneren.

Fig. 2. Mesophyll (Tapetum) des Maiglöckchens *(Convallaria majalis)* nach photographischer Aufnahme im durchfallenden Lichte:

A vor dem Auspumpen der Luft;

B dieselbe Stelle nach dem Auspumpen.

Das Präparat lag in Kochsalzlösung von 0·7%.

Fig. 3. Der Ursprung des Haares einer Blüte von Edelweiß *(Gnaphalium leontopodium)*.

Fig. 4. Tapetumschichte von *Caltha palustris* (Vergröß. 400). Die Mesophyllzellen mit gelben Einschlüssen; *l* die lufthältigen Räume, aus denen die Luft durch Flüssigkeit verdrängt wurde, mit Ausnahme der Stelle bei *a*. Durchfallendes Licht.

Fig. 5. Aus einem gespaltenen Blütenblatte von *Ranunculus acer*. Oben die freigelegten Epithelzellen in unscharfer Einstellung; im unteren Teile der Zeichnung schimmern diese Epithelzellen gelb durch die darübergelagerte Masse des Tapetums. Dieses ist durch die schwarz erscheinenden, lufthaltigen Intercellularräume charakterisiert sowie durch den feinkörnigen Einschluß der Zellen, der aus Stärke besteht. Da, wo im Präparate unter dem Tapetum keine Epithelzellen liegen, erscheint dieses farblos (bei *a*) (Vergröß. 420).

Fig. 6. Beispiele von Additionsfarben:

a Epithel einer Blüte von Gartenmohn, die eine violette Aderung zeigte. Die Abbildung ist einer solchen violetten Stelle entnommen. Die dunkler gefärbten Zellen waren in den ersten Momenten der Untersuchung blau und nahmen während des Zeichnens die wiedergegebene Purpurfarbe an (Vergröß. 160);

b aus dem Epithel des »Goldlacks«. Einzelne Zellen enthalten außer dem gelben körnigen Pigment auch aufgelöstes purpurfarbiges.

Fig. 7. Epithelzellen von der Innenfläche des Blütenblattes einer Gartenviole:

a mit schmalen Kegeln, so daß das schmale Pigment, welches am Fußende jeder Zelle liegt, an den aneinander stoßenden Zellgängen nur von wenig Anthokyan überdeckt ist, also noch als gelbes Pigment wirken kann;

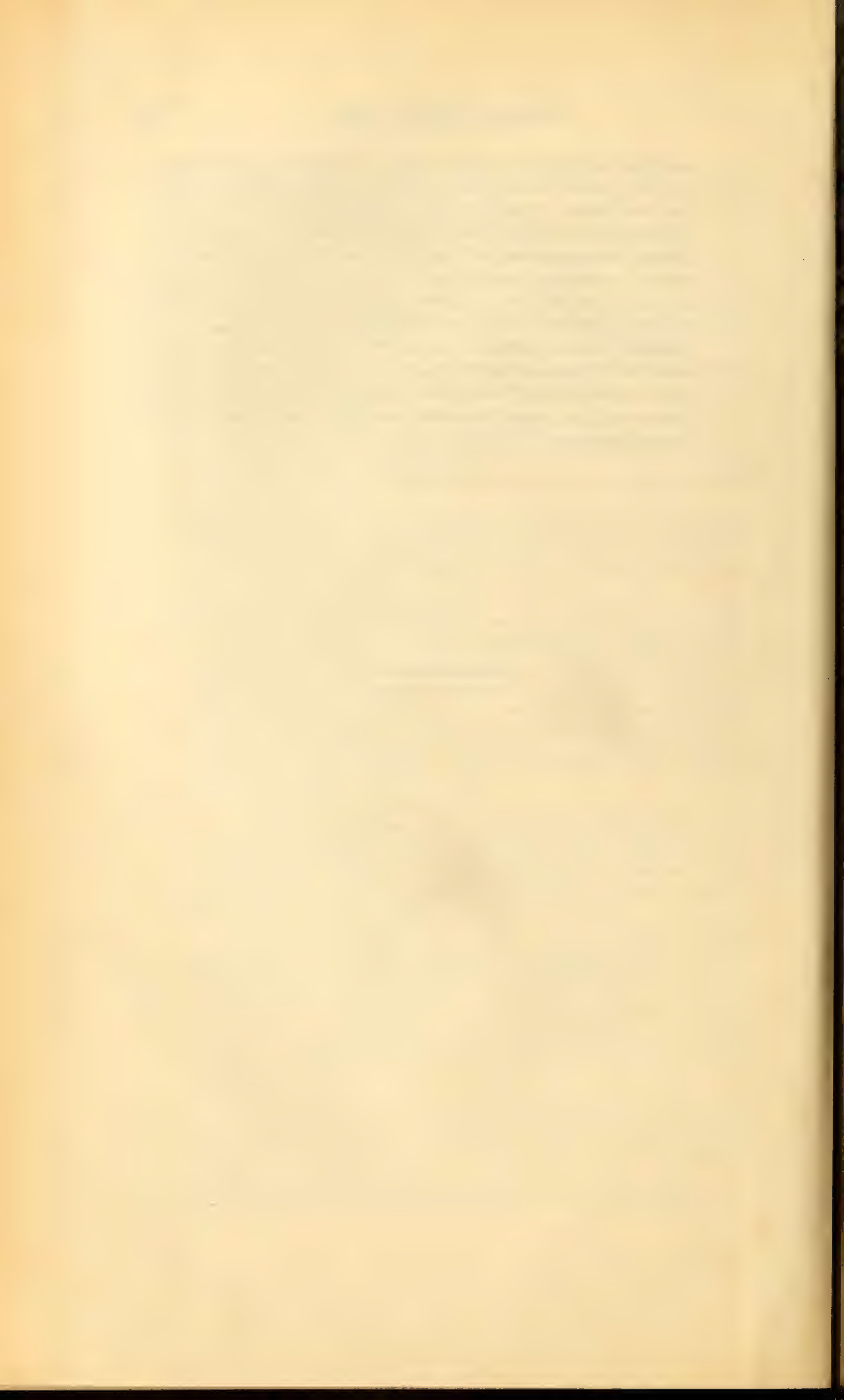
b dasselbe, aber von einer schwarzen Stelle des Blütenblattes; wegen der größeren Breite der Kegel wird das Licht beide Pigmente in größerer Strecke durchsetzen müssen, also reichlicher absorbiert werden.

Fig. 8. Blatt einer Gartentulpe mit dem schwarzen zungenförmigen Fleck.

Fig. 9. Aus dem braunen Teile des Blattes einer Orchideenblüte (Vergröß. 290).

Fig. 10. Aus dem gelben Teile des Blattes derselben *Orchidea* (Vergröß. 200).

Fig. 11. Aus den braunen Aderungen des zurückgeschlagenen Perigonblattes von *Iris flavescens* (Dl.). Zelle *b* zeigt die an der Zellbasis gelegenen gelben Chromatophoren bei Einstellung auf dieselben; Zelle *a* bei höherer Einstellung. Diese beiden Zellen enthalten in ihrem Zellsaft kein Anthokyan, wirken also als gelbe Flächen. Zelle *c* zeigt bei tieferer Einstellung das Bild von *b*, bei höherer Einstellung aber das in der Abbildung wiedergegebene, d. h. sie wirkt als nahezu graue Fläche durch die Übereinanderlagerung beider Farbstoffe. In den drei anderen Zellen überwiegt die Wirkung des Anthokyans, doch ist seine Farbe abgestumpft, d. h. gegen Grau verschoben, wegen des darunter liegenden gelben Pigmentes.









7

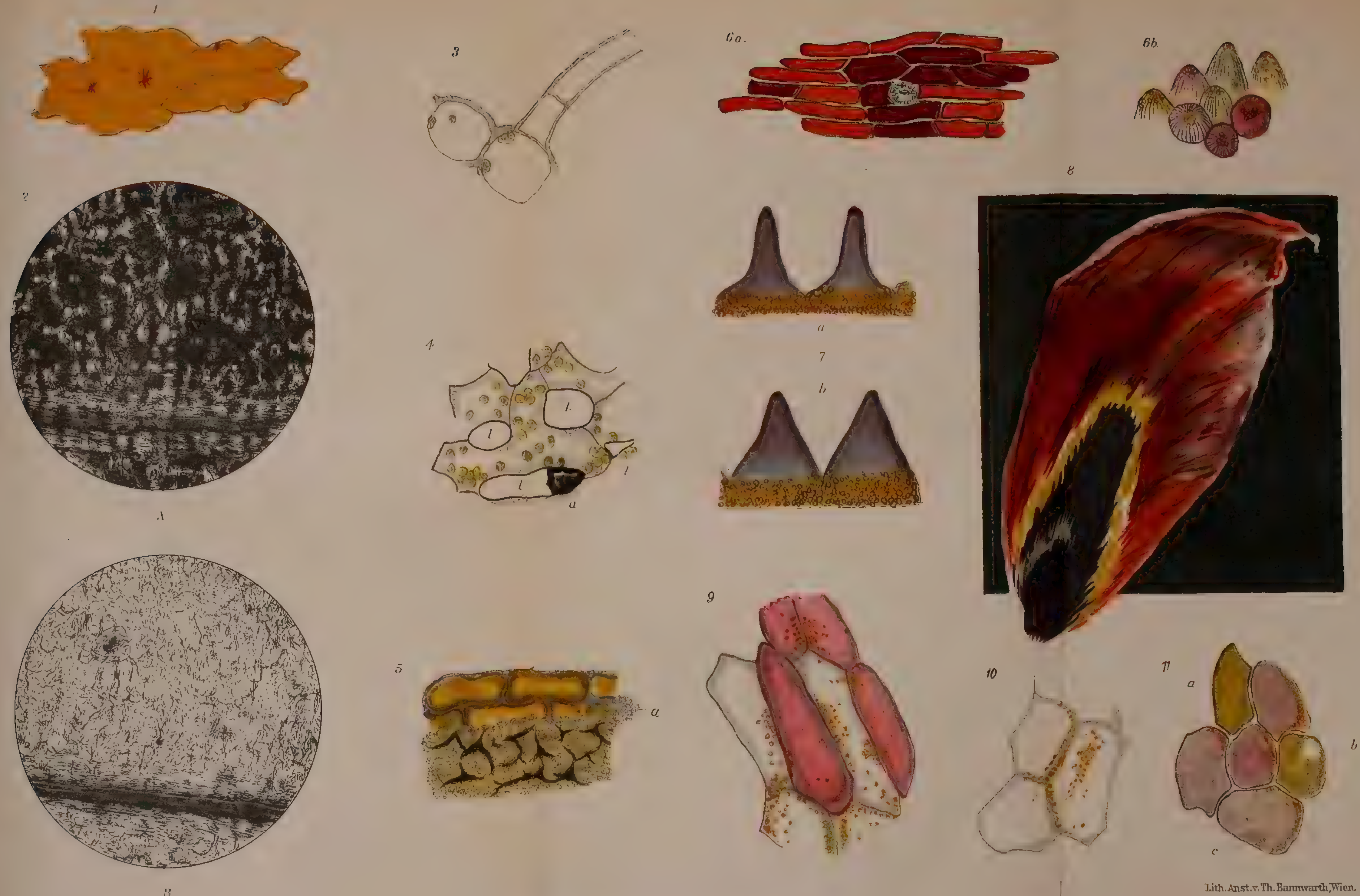
a

b

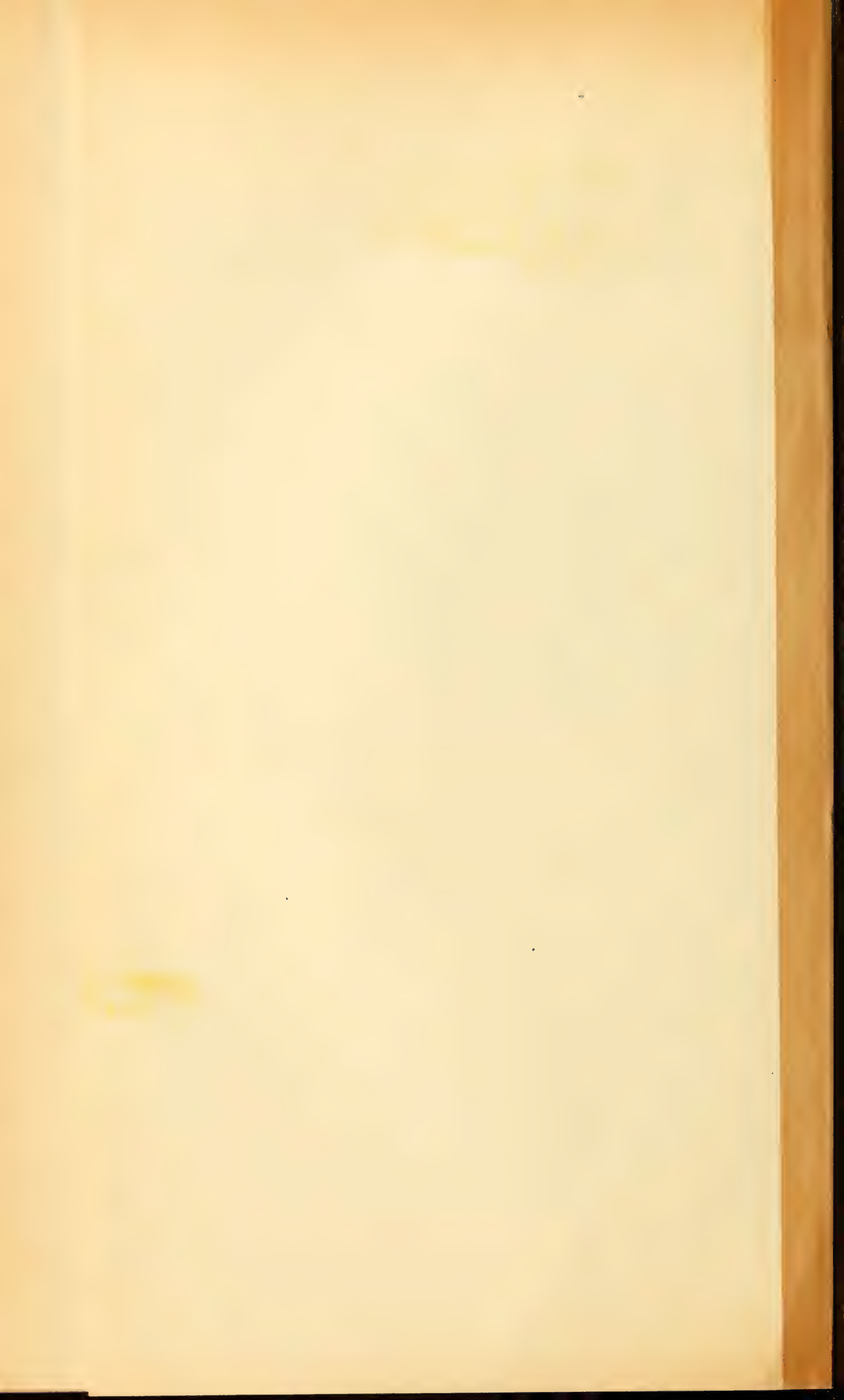
c

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.





Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. III. UND IV. HEFT.

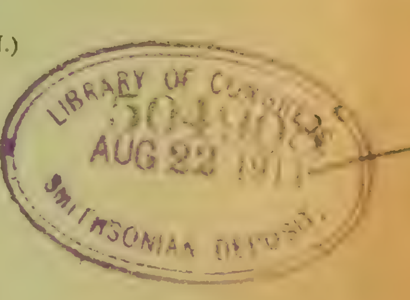
JAHRGANG 1910. — MÄRZ UND APRIL.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 5 TAFELN UND 5 TEXTFIGUREN.)





WIEN, 1910.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT

des 3. und 4. Heftes, März und April 1910, des CXIX. Bandes, Abteilung I, der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Preis des ganzen Heftes: 3 K 90 h — 3 M 90 pf.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. III. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.



Zur Kenntnis der Miocänbildungen von Eggenburg (Niederösterreich).

I. Die Bivalvenfauna von Eggenburg

von

Dr. **F. X. Schaffer.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. März 1910.)

Die führende Rolle, die die Wiener Geologenschule in den Jahren 1850 bis 1880 in der Erforschung der Neogenbildungen durch ihre Tätigkeit in der engsten Heimat und in fremdländischen Gebieten glanzvoll behauptet und in der sie die wichtigsten Grundlagen für die Deutung äquivalenter Bildungen geschaffen hat, war allmählich einem feiernden Stillstande der Arbeit auf diesem Felde gewichen. Insbesondere die paläontologische Forschung war mit der Vollendung des Hoernes'schen Werkes über die fossilen Mollusken des Wiener Beckens im Jahre 1870 wie abgeschnitten und unsere heutige Kenntnis dieser reichen Fauna steht noch großenteils auf dem Standpunkt, auf den sie Hoernes gestellt hatte. Nur gelegentlich ist hie und da eine Bestimmung berichtigt, hie und da eine neue Art benannt worden und das groß angelegte Werk, das R. Hoernes und Auinger begonnen haben, ist unvollendet geblieben, so daß genau 40 Jahre vorübergegangen sind, ohne daß die jetzt begreiflicherweise veraltete Arbeit Hoernes' einer völligen Neubearbeitung unterzogen worden ist. In der Zeit haben die Forscher des Auslandes ihre Tätigkeit auf dem Gebiete des Neogens erst zu entfalten begonnen und besonders in Italien und Frankreich haben die paläontologischen Studien einen lebhaften Aufschwung genommen und bis in die jüngste Zeit angedauert. Dadurch haben diese Länder der heimischen Forschung den Rang abgelaufen, die es selbst unterlassen hat, die reichen Ergebnisse dieser grundlegenden Untersuchungen auf den heimischen Boden zu verpflanzen und zu verwerten. Die einschlägigen Arbeiten Bellardi's, Sacco's, Ch. Mayer's,

Fontanne's, Depéret's — um nur die wichtigsten Namen zu nennen — haben bisher kaum eine Nutzanwendung auf die österreichischen Neogenbildungen gefunden.

Während die Conchyliologie manche neue Bahnen erschlossen hat, manche alte Anschauungen, wie, um nur ein Beispiel herauszugreifen, der Artbegriff, sich wesentlich verändert haben, während die reichen Erfahrungen des Auslandes viele neue Beziehungen der verschiedenen Faunengebiete eröffnen mußten, hat sich auch daheim eine ruhige weitere Entwicklung vollzogen. In aller Stille ist eine Fülle von paläontologischem Material zusammengetragen worden, so insbesondere ist in dieser Zeit die für das außeralpine Wiener Becken so wichtige Lokalsammlung des Eggenburger Museums entstanden, die Johann Krahuletz in 40jähriger Sammeltätigkeit geschaffen hat. Dadurch ist die Erforschung der so reichen Fauna der österreichischen Miocänbildungen nicht nur vor einem Stillstande bewahrt worden, sie hat durch die ungeheuere Vermehrung des der Bearbeitung harrenden Fossilienmaterials eine mächtige Förderung erfahren, deren Früchte aber noch nicht geerntet worden sind. Diese Bereicherung ist gerade für die neogenen Randbildungen des Manhartsberges im weiteren Sinne um so wertvoller, da sie manche Fundorte betrifft, deren Fauna erst jetzt erschöpfend bekannt geworden ist, wie manche Punkte des Gebietes der Stadt Eggenburg, z. B. die Bauernhanselsandgrube, dann Zogelsdorf, Kühnring-Hochstraße, Burgschleinitz, Maissau, Maigen, Roggendorf u. a. Diese Fundorte haben manche neue Formen geliefert, während alte, seit langer Zeit berühmte Plätze, wie Loibersdorf und Gauderndorf, die Hauptausbeute schon zu Hoernes' Zeiten gegeben haben. Auch in topographischer Hinsicht ist durch diese Sammlung eine wichtige Ergänzung geschaffen worden, indem die Verbreitung der einzelnen Formen an einer größeren Zahl von Punkten festgestellt werden konnte, wodurch die innigeren Beziehungen der einzelnen isolierten Reste von Neogenbildungen dieser Gegend erwiesen worden ist, für die man bisher weit größere faunistische Unterschiede anzunehmen geneigt war.

Die durchgeführte Bearbeitung der Bivalvenfauna des außeralpinen Wiener Beckens hat in verschiedener Richtung

unsere Kenntnis erweitert, wie es wohl bei der beträchtlichen Vermehrung des Arbeitsmaterials vorauszusehen war und wie es die jetzige, weit eingehendere Bestimmungsmethode mit sich bringen mußte.[1] In der folgenden Fossilliste sind in der ersten Reihe die jetzt geltenden Art- und Varietätsnamen angeführt, in der zweiten stehen die Bezeichnungen, die bisher Geltung hatten, wobei ich von einigen neuesten Berichtigungen abgesehen habe, die noch nicht in die heimische Literatur eingedrungen sind, so daß man die vielfachen Änderungen übersichtlich erkennen kann. Die dritte Kolonne gibt die für das Wiener Becken neu geschaffenen Arten und Abarten an, die vierte, ob eine Form heute noch lebt oder ob sie eine Abart einer heute noch lebenden Spezies ist. In der letzten Reihe ist die stratigraphische Stellung der Formen in fremdländischen Neogengebieten angeführt, die für die Altersfrage von besonderem Wert ist (siehe Tabelle p. 252).

Daraus ergibt sich, daß bisher 81 verschiedene Arten von Bivalven bekannt gewesen sind und daß sich diese Zahl durch die Neubearbeitung auf 104 erhöht hat, von denen mehrere in verschiedenen Varietäten vertreten sind, so daß also heute 154 verschiedene Formen bekannt sind.

Für das Wiener Becken sind 77 Formen neu beschrieben worden, wovon 47 neue Abarten sind. Durch meine Bearbeitung sind 14 neue Arten zuerst veröffentlicht worden.

21 Formen kommen in den heutigen Meeren vor und weitere 29 sind von rezenten Arten nur als Varietäten zu unterscheiden.

In der folgenden Liste sind die im Mittelmeer lebenden Arten und Abarten zusammengestellt und durch ein beigefügtes (var.) ist angezeigt, ob eine Art nur als Varietät im Eggenburger Miocän auftritt.

Ostrea edulis L. var. *adriatica* Lam.
Ostrea lamellosa Brocc.
» » » var. *Boblayei* Desh.

Anomia ephippium L.
» » L. var. *aspera* Phil.
Lima hians Gmel. (var.).
Pecten varius L.

[1] Die monographische Arbeit soll in den Abhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt veröffentlicht werden.

Bivalvenfauna von Eggenburg (Neubearbeitung)	Bisherige Bezeichnungen	Für das Wiener Becken neu geschaffen	Rezent	Ausländische Vorkommen [1]
Ostrea edulis L. var. *adriatica* Lam.	*Ostrea digitalina* Dub.		+	
» *lamellosa* Brocc.	» *lamellosa* Brocc.		+	Tortoniano-Astiano
» » var. *Boblayei* Desh.	» *Boblayi* Desh.		+	Pliocän
» *Gingensis* Schloth.	» *Gingensis* Schloth.			Obere Meeresmolasse
» *Granensis* Font.	» *fimbriata* Grat.			Burdigalien
» *fimbriata* Grat.	» » »			Tongrien
» » » var. *crassa* Schff.		+		
Cubitostrea frondosa De Serr.	*Ostrea digitalina* Dub.			Tongriano-Astiano
» » » » var. *percaudata* Sacco.				Elveziano-Piacenziano
Gigantostrea crassicostata Sow.	*Ostrea crassicostata* Sow.			Helvetien inférieur
Crassostrea crassissima Lam.	» *crassissima* Lam.			Elveziano, Messiniano, Obere Meeresmolasse
Ostreola miocucullata Schff.		+		
Pycnodonta cochlear Poli var. *navicularis* Br.	*Ostrea cochlear* Poli.		sp. +	Elveziano-Piacenziano
Pycnodonta cochlear Poli var. *plicata* Schff.		+	sp. +	
Anomia ephippium L.	*Anomia costata* Brocc.		+	Elveziano-Astiano

Anomia ephippium L. var. *rugulosostriata* Brocc.			sp. +	Aquitaniano-Astiano
Anomia ephippium L. var. *costata* Brocc.			sp. +	Elveziano-Astiano
Anomia ephippium L. var. *ornata* Schff.		+	sp. +	
Anomia ephippium L. var. *Hoernesi* For.			sp. +	Elveziano-Astiano
Anomia ephippium L. var. *aspera* Phil.			+	
Anomia ephippium L. var. *pergibbosa* Sacco.			sp. +	Aquitaniano-Astiano
Anomia rugosa Schff.		+		
Lima hians Gmel. var. *taurinensis* Sacco.	*Lima inflata* Chemn.		sp. +	Elveziano
Chlamys varia L.	*Pecten substriatus* d'Orb.		+	Elveziano-Astiano
» » L. var. *interstriata* Schff.		+	sp. +	
Chlamys gloriamaris Dub. var. *Eggenburgensis* Schff.	*Pecten substriatus* d'Orb., *Pecten pusio*	+		
Chlamys gloriamaris Dub. var. *duplicicostata* Schff.		+		
Chlamys aff. *longolaevis* Sacco.				Elveziano

[1] Ich habe mit Absicht die stratigraphische Nomenklatur des Auslandes beibehalten, um dadurch sogleich auch einen topographischen Hinweis zu geben.

Bivalvenfauna von Eggenburg (Neubearbeitung)	Bisherige Bezeichnungen	Für das Wiener Becken neu geschaffen	Rezent	Ausländische Vorkommen
Chlamys tauroperstriata Sacco var. *simplicula* Sacco.	*Pecten substriatus* d'Orb.			Elveziano
Chlamys tauroperstriata Sacco var. *persimplicula* Sacco.				»
Chlamys tauroperstriata Sacco var. *alternicostata* Schff.		+		
Chlamys Justianus Font.				Burdigalien
Hinnites Brussonii De Serr. var. *taurinensis* Sacco.				Elveziano
Hinnites Leufroyi De Serr.				Pliocän
Aequipecten scabrellus Lam.	*Pecten elegans* Andrz.			Elveziano-Astiano
» » » var. *Bollenensis* May.				» »
Aequipecten scabrellus Lam. var. *taurolaevis* Sacco.				Elveziano
Aequipecten scabrellus Lam. var. *inflata* Schff.		+		
Aequipecten scabrellus Lam. var. *elongatula* Sacco.				Elveziano-Astiano
Aequipecten praescabriusculus Font.	*Pecten Malvinae* Dub.			Burdigalien

Aequipecten flabelloides Schff.		+		
» *opercularis* L. var. *miotransversa* Schff.	*Pecten Malvinae* Dub.	+	sp. +	
Aequipecten opercularis L. var. *elongata* Jeffr.			+	Piacenziano
Macrochlamys Holgeri Gein.	*Pecten Holgeri* Gein.	+		Elveziano
» » » var. *inaequicostata* Schff.		+		
Macrochlamys Holgeri Gein. var. *sulcata* Schff.		+		Elveziano
Macrochlamys sub-Holgeri Font.				Burdigalien
Manupecten Crestensis Font.	*Pecten palmatus* Lam.			Burdigalien
» » » var. *laevis* Schff.		+		
Manupecten Crestensis Font. var. *latisulcata* Schff.		+		
Manupecten carinocostatus Schff.		+		
Amussiopecten gigas Schloth.	*Pecten solarium* Lam.			Obere Meeresmolasse
» » » var. *plana* Schff.		+		
Pecten Hornensis Dep. et Rom.	*Pecten Rollei* Hoern.	+		
» *pseudo-Beudanti* Dep. et Rom.	» *Beudanti* Bast.	+		
Pecten pseudo-Beudanti Dep. et Rom. var. *rotundata* Schff.		+		

Bivalvenfauna von Eggenburg (Neubearbeitung)	Bisherige Bezeichnungen	Für das Wiener Becken neu geschaffen	Rezent	Ausländische Vorkommen
Avicula hirundo L. var. *phalaenacea* Lam.	*Avicula phalaenacea* Lam.		sp. +	Elveziano
Isognomum Rollei Hoern.	*Perna Rollei* Hoern., *P. Soldanii* Desh.	+		
Tugonia anatina Gmel.	*Tugonia anatina* Gmel.		+	
Mytilus Haidingeri Hoern.	*Mytilus Haidingeri* Hoern.	+		
» *Galloprovincialis* Lam. var. *mioherculea* Schff.	» » »	+	sp. +	
Mytilus Galloprovincialis Lam. var. *fuscoides* Schff.		+	sp. +	
Mytilus fuscus Hoern.	*Mytilus fuscus* Hoern.	+		
Arca biangula Lam. var. *maleatissima* Sacco.	*Arca umbonata* Lam.			Tongriano-Elveziano
Arca biangula Lam. var. *pseudo-Noe* Schff.		+	sp. +	
Arca biangula Lam. var. *subsandalina* Sacco.			sp. +	Tongriano-Elveziano
Arca diluvii Lam. var. *angustisulcata* Schff.	*Arca diluvii* Lam.	+	sp. +	
Arca sub-Helbingii d'Orb.	*Arca barbata* L.			Aquitanien

Arca Moltensis May.	*Arca cardiiformis* Bast.	+		
Arca Moltensis May. var. *elongata* Schff.		+		
Arca Fichteli Desh. var. *grandis* Schff.	*Arca Fichteli* Desh.	+		
Arca Fichteli Desh. var. *planata* Schff.		+		
Arca Fichteli Desh. var. *abbreviata* Sacco.				Elveziano
Arca Fichteli Desh. var. *rotundatior* Sacco.				Elveziano
Pectunculus Fichteli Desh.	*Pectunculus Fichteli* Desh.			Obere Meeresmolasse, Korod
» » » var. *Vindobonensis* Schff.		+		
Cardita crassa Lam. var. *Vindobonensis* Sacco.	*Cardita scabricosta* Mich.	+		
Cardita crassa Lam. var. *longogigantea* Sacco.				Tongriano
Cardita Zelebori Hoern.	*Cardita Zelebori* Hoern.	+		
» » » var. *planata* Schff.		+		
Cardita Zelebori Hoern. var. *percostata* Schff.		+		
Cardita Partschii Münst.	*Cardita Partschii* Münst.	+		Tortoniano-Pliocän

Bivalvenfauna von Eggenburg (Neubearbeitung)	Bisherige Bezeichnungen	Für das Wiener Becken neu geschaffen	Rezent	Ausländische Vorkommen
Cardium edule L. var. *commune* May.	*Cardium edule* L.		sp. +	Burdigalien
Cardium Michelottianum May.	*Cardium Michelottianum* May.	+		
» *Moeschanum* May.	» *Moeschanum* May.	+		
» *rugosicostatum* Schff.		+		
» *mioechinatum* Schff.	*Cardium Turonicum* May., *C.* cf. *Saucatsense* May.	+		
Trachycardium multicostatum Brocc.	*Cardium multicostatum* Brocc.			Tortoniano-Astiano, Obere Meeresmolasse
Ringicardium hians Brocc. var. *Danubiana* May.	*Cardium hians* Brocc.	+	sp. +	
Ringicardium Hoernesianum Grat.	*Cardium Hoernesianum* Grat.	+		
» » » var. *elongata* Schff.		+		
Ringicardium Burdigalinum Lam. var. *grandis* Schff.	*Cardium Burdigalinum* Lam.	+		
Laevicardium cingulatum Goldf.	*Cardium cingulatum* Goldf.			Oberes Oligocän
» *Kübeckii* Hauer.	*Cardium Kübeckii* Hauer.			Korod
Discors discrepans Bast.				Elveziano, Obere Meeresmolasse
Cyrena Eggenburgensis Schff.	*Cyrena Suessi* Fuchs.	+		

Isocardia Werneri Hoern.	*Isocardia subtransversa* d'Orb.	+		
» *miotransversa* Schff.	» » »	+		
Cypricardia Eggenburgensis Schff.		+		
Chama gryphoides L.	*Chama gryphoides* L.		+	
» » L. var. *perfoliosa* Sacco.	» » L.		sp. +	Tortoniano-Astiano
Chama gryphoides L. var. *Austriaca* Hoern.	*Chama austriaca* Hoern.	+	sp. +	
Chama gryphina Lam.	*Chama gryphina* Lam.		+	
» » » var. *tauro-lunata* Sacco.	» » »		sp. +	Elveziano-Astiano
Callista Gauderndorfensis Schff.	*Cytherea Lamarcki* Ag.	+		
» *Chione* L.	» *Pedemontana* Ag.		+	
» *lilacinoides* Schff.	» *erycina* L.	+		
» *erycina* L. var. *subtriangula* Sacco.	» » L.		sp. +	Elveziano
Callista Raulini Hoern.	*Cytherea Raulini* Hoern.	+		
Dosinia exoleta L.	*Dosinia orbicularis* Ag.		+	
» *Lupinus* L. var. *miolincta* Schff.	» *Adansoni* Phil.	+	sp. +	
Venerupis irus L.			+	
Amiantis gigas Lam.	*Venus umbonaria* Lam.			Tortoniano-Astiano
» *islandicoides* Lam.	» *islandicoides* Lam.			» »
» » » var. *elongata* Schff.		+		

Bivalvenfauna von Eggenburg (Neubearbeitung)	Bisherige Bezeichnungen	Für das Wiener Becken neu geschaffen	Rezent	Ausländische Vorkommen
Amiantis islandicoides Lam. var. *curta* Schff.		+		
Amiantis islandicoides Lam. var. *angusta* Schff.		+		
Venus Burdigalensis May. var. *producta* Schff.	*Venus Burdigalensis* May.	+		
Venus Burdigalensis May. var. *densestriata* Schff.	*Venus Burdigalensis* May.	+		
Venus Haueri Hoern.	*Venus Aglaurae* Brong.	+		
» *plicata* Gmel. var. *oblonga* Schff.	» *plicata* Gmel.	+		
Venus Haidingeri Hoern.	*Venus Haidingeri* Hoern.	+		
» *multilamella* Lam.	» *multilamella* Lam.		+ ?	Tortoniano-Astiano
Tapes Basteroti May.	*Tapes Basteroti* May.	+		
Callistotapes vetulus Bast.	» *vetula* Bast.			Burdigalien
» » » var. *subcarinata* Schff.		+		
Hemitapes declivis Schff.		+		
Psammobia Labordei Bast. var. *major* Schff.	*Psammobia Labordei* Bast.	+		

Pholas dactylus L. var. *muricata* Da Costa.			+	
Solen marginatus Pult.	*Solen vagina* L.		+	
Azor coarctatus Gmel.	*Psammosolen coarctatus* Gmel.		+	
Pharus legumen L. var. *major* B. D. D.	*Polia legumen* L.		+	
Mactra Bucklandi Defr.	*Mactra Bucklandi* Defr.			Burdigalien?
» » » var. *protracta* Schff.	» » »	+		
Eastonia rugosa Chemn.	*Lutraria rugosa* Chemn.		+	Astiano, Obere Meeresmolasse Aquitanien
» *mitis* May.				
Lutraria sanna Bast. var. *major* Schff.	*Lutraria sanna* Bast.	+		
Lutraria sanna Bast. var. *maxima* Schff.	*Lutraria latissima* Desh.	+		
Lutraria lutraria L. var. *Jeffreysi* De Greg.	*Lutraria oblonga* Chemn.		sp. +	
Panopaea Ménardi Desh.	*Panopaea Ménardi* Desh., *P. Faujasii* Mén.			Elveziano-Tortoniano
Pholadomya alpina Math. var. *panopaeaeformis* Schff.	*Pholadomya alpina* Math.	+		
Pholadomya alpina Math. var. *rostrata* Schff.	*Pholadomya alpina* Math.	+		
Pholadomya alpina Math. var. *rectidorsata* Hoern.	*Pholadomya rectidorsata* Hoern.	+		

Bivalvenfauna von Eggenburg (Neubearbeitung)	Bisherige Bezeichnungen	Für das Wiener Becken neu geschaffen	Rezent	Ausländische Vorkommen
Pholadomya Eggenburgensis Schff.		+		
Lucina multilamellata Desh.	*Lucina multilamellata* Desh.			Burdigalien
» *incrassata* Dub. var. *subscopulorum* d'Orb.	» *incrassata* Dub.			Elveziano
Lucina divaricata L. var. *ornata* Ag.	*Lucina ornata* Ag.		sp. +	Tongriano-Elveziano
» » L. var. *rotundoparva* Sacco.			sp. +	Tortoniano-Astiano
Diplodonta rotundata Mont.	*Diplodonta rotundata* Mont.		+	Tongriano-Astiano
Tellina lacunosa Chemn. var. *tumida* Brocc.	*Tellina lacunosa* Chemn.		sp. +	Astiano
Tellina planata L. var. *lamellosa* D. C. G.	*Tellina planata* L., *T. strigosa* Gmel.		sp. +	Burdigalien-Tortonien
Thracia pubescens Pultn.	*Thracia ventricosa* Phil.		+	Piacenziano-Astiano
» *Eggenburgensis* Schff.	» » » *T. plicata* Desh.	+		
Fragilia fragilis L. var. *gracilis* Schff.		+	sp. +	

Aequipecten opercularis L. (var.).
Avicula hirundo L. (var.).
Mytilus Galloprovincialis Lam. (var.).
Arca diluvii Lam. (var.).
Cardium edule L. (var.).
» *hians* Brocc. (var.).
Chama gryphoides L.
» *gryphina* Lam.
Callista Chione L.
Dosinia exoleta L.
» *lupinus* L. (var.).
Venerupis irus L.
Venus multilamella Lam.?
Pholas dactylus L. var. *muricata* Da Costa.
Solen marginatus Penn.
Azor coarctatus Gmel.
Pharus legumen L. var. *major* B. D. D.
Eastonia rugosa Chemn.
Lutraria lutraria L. (var.).
Lucina divaricata L. (var.).
Diplodonta rotundata Mont.
Tellina planata L. (var.).
Thracia pubescens Pultn.
Fragilia fragilis L. (var.).

An den atlantischen Küsten Europas leben:

Pycnodonta cochlear Poli (var.).
Aequipecten opercularis L. var. *elongata* Jeffr.

Von rezenten Formen kommen weiters vor: *Tugonia anatina* Gmel. an der Westküste Afrikas, *Callista erycina* L. (var.) im Indischen Ozean und *Tellina lacunosa* Chemn. bei Guinea.

Der Typus der rezenten Formen der Bivalvenfauna ist daher ausgesprochen mediterran. Die übrigen zeigen auffällig wenige Beziehungen zur heutigen Mittelmeerfauna, und zwar sind es eine Anzahl von Gattungen, die den fremdartigen Charakter bedingen. Ich brauche nur auf die großen Austern und Pectines hinweisen, auf die Vertreter der Genera *Arca, Cardita, Pectunculus, Cardium, Isocardia, Cypricardia, Venus, Tapes, Psammobia, Mactra, Lutraria, Panopaea, Pholadomya, Lucina* u. a.

Man hat bisher angenommen, daß diese Fauna große Übereinstimmung mit der der senegambischen Küste zeige. Wie aus dem Vorhergehenden zu ersehen ist, tritt aber unter den rezenten Formen des Eggenburger Miocäns nur eine einzige — *Tugonia anatina* — in dieser Region bezeichnend auf.

Es soll nun der Versuch gemacht werden, die nächststehenden Verwandten der fossilen Typen von Eggenburg in

den heutigen Meeren zu finden. Dabei kann natürlich nur von rein äußerlichen Merkmalen ausgegangen und nur der Habitus der Formen berücksichtigt werden, so z. B. das Vorkommen besonders großer oder sehr bauchiger Arten einer Gattung und ähnliches. Nur selten ist es möglich gewesen, engere Beziehungen festzustellen, so daß man sagen kann, eine fossile Form sei heute durch eine andere vertreten. Die Grundlage für diese vergleichenden Untersuchungen haben die reiche Sammlung der zoologischen Abteilung des Naturhistorischen Hofmuseums und die Monographien Reeve's und des »Conchylienkabinetts« geliefert.[1]

Die großen, dickschaligen Austern vom Typus der *Ostrea crassissima* und *Gingensis* sind in den heutigen Meeren weit weniger verbreitet als in der jüngeren Tertiärzeit. Die plumpen Formen sind vertreten durch *O. prismatica* Gray von Zentralamerika, die schlanken durch *O. rostrata* Chemn. von Virginien und Kanada.

Ostrea crassicostata hat einen freilich weit dünnschaligeren und reicher gerippten Vertreter in der *O. Sinensis* Gmel. aus dem Chinesischen Meere.

Ostrea miocucullata steht, wie der Name andeutet, der *O. cucullata* Born von Westafrika nahe.

Ostrea frondosa gleicht der *O. lactea* Sow. von den Molukken, die Var. *percaudata* der *O. Barclayana* Sow. von Mauritius.

Die Eggenburger Form der *Ostrea lamellosa* erinnert an *O. denselamellosa* Lschk. aus Japan.

Die mächtigen *Pecten*-Gattungen des Miocäns sind heute fast völlig verschwunden. *P. Jessoensis* Lschk. vom Amurland erinnert an *P. gigas*, hat aber 20 Rippen.

Pecten Hornensis und *P. pseudo-Beudanti* werden durch *P. fumatus* Rve. von Australien, *P. Sinensis* Sow. von den Chinesischen Küsten, *P. Novae Zelandiae* Rve. von Neuseeland und *P. dentatus* Sow. von Westkolumbien vertreten, die aber zum Teil mehr Rippen besitzen.

---

[1] Ich bin Herrn k. u. k. Kustos Dr. Rudolf Sturany vom Naturhistorischen Hofmuseum für die Liebenswürdigkeit, mit der er die von ihm betreute Sammlung mir zur Verfügung stellte, zu großem Danke verpflichtet.

Manupecten Crestensis ähnelt *Pecten proteus* Sol. des Mittelmeeres und *Chlamys gloriamaris* dem *P. cuneatus* Rve. von den Molukken.

Die Gattung *Chlamys* besitzt in Australien, Neuseeland und Japan noch Formen, die den fossilen am nächsten stehen. So gleicht *Chl. Justianus* dem *P. tegula* Wood. von China, dem *P. squamatus* Gmel. von den Philippinen und Japan und *P. Farreri* Jones et Prest von China.

Aequipecten scabrellus besitzt Ähnlichkeit mit *Pecten dislocatus* Say von Florida, *P. pictus?* Sow. von Japan, *P. Layardi* Rve. von Japan.

Hinnites corallinus Sow. von Ostafrika und *H. giganteus* Gray von Kalifornien sind die wichtigsten rezenten Vertreter dieser Gattung.

Große Pernen, wie sie in unseren Miocänablagerungen häufig vorkommen, leben heute in Westindien, auf den Inseln des Pazifik, in Australien, auf den Philippinen und im Roten Meere.

Mytilus Haidingeri wird in der Jetztzeit durch *M. Magellanicus* Chemn. aus der Magelhaensstraße vertreten und die kleinen *Mytilus*-Arten leben heute in den gemäßigten Breiten.

Die großen Arcen vom Typus der *Arca Fichteli* sind heute besonders in West- und Ostindien, Zentralamerika und auf den Philippinen verbreitet.

Arca biangula nähert sich stark der *A. Noe* L. des Mittelmeeres, *A. sub-Helbingii* der *A. Helbingii* Chemn. von den Philippinen, aus dem Indischen Ozean, von St. Helena und Westkolumbien.

Pectunculus Fichteli steht dem *P. bimaculatus* Poli des Mittelmeeres so nahe, daß man ihn als dessen Abart anzusehen geneigt ist.

Die großen Carditen leben heute an den Küsten Mittelamerikas und *Cardita Zelebori* ähnelt der *C. bidendata* Say von South Carolina, Neuseeland und Turanga.

Die großen Cardien besitzen keine nahestehenden Vertreter in der heutigen Fauna. *Cardium Hoernesianum* erinnert wohl an manche Formen von *C. procerum* Sow. von Zentralamerika, das aber meist viel schlanker ist, und *C. Kübeckii* an

C. magnum Born aus dem Golf von Mexiko. Große Cardien leben an den Küsten Ostafrikas, Mexikos und Kaliforniens.

Cardium discrepans gleicht *C. sulcatum* Gmel. (= *C. oblongum* Chemn.) aus dem Mittelmeer, *C. multicostatum* dem *C. tenuicostatum* Lam. von Neuholland und *C. laevigatum* L. von Westindien.

Cardium mioechinatum hat einen nahen Verwandten in *C. echinatum* L. der europäischen Meere, *C. Michelotti* erinnert an *C. aculeatum* L. von ebendaher.

Die großen Cyrenen gehören heute dem tropischen Amerika, Indien, China, Australien, den Philippinen und den Südseeinseln an.

Große Cypricardien (*Cypricardia oblonga* Sow.) finden sich in Neuholland und auf den Philippinen.

Callista lilacinoides kann, wie der Name andeutet, mit *Venus lilacina* Lam. von Australien, Neukaledonien und Madagaskar in Beziehung gebracht werden.

Callista Raulini gleicht *Venus africana* Phil. von Ceylon.

Der Typus der *Venus Haueri* wird durch *V. multicostata* Sow. von Panama, *V. Listeri* Gray von den Philippinen, *V. lacerata* Hanl. von ebendaher, *V. resticulata* Sow. vom gleichen Fundort, von Madagaskar und den Gesellschaftsinseln, *V. clathrata* Desh. unbekannter Herkunft und *V. laqueata* Sow. von China vertreten.

Amiantis islandicoides ist ähnlich der *Venus inflata* Sow. von den Philippinen, die die gleiche glatte, bauchige Form besitzt.

Amiantis gigas steht der *Venus mercenaria* L. von Nordamerika nahe.

Venus Burdigalensis wird mit *V. rugosa* Gmel. von Westindien und *V. lenticularis* Sow. von Valparaiso verglichen.

Venus Haidingeri ähnelt der *V. albina* Sow. von China, *V. plicata* der *V. Peruviana* Sow. von Peru, wenn sie nicht ident ist mit der rezenten westafrikanischen Form, die unter gleichem Namen beschrieben wird.

Die große *Pholadomya candida* Sow., die *Ph. alpina* vertritt, ist bei der Insel Tortola gefunden worden.

Thracia Eggenburgensis besitzt Ähnlichkeit mit *Th. plicata* Desh. von Westindien.

Große Psammobien stammen von Ceylon, Australien und den Philippinen.

Große Mactren treten an den Südküsten Nordamerikas auf, bei Kap Horn und in Westkolumbien. *Mactra striatella* Lam., die große Ähnlichkeit mit *M. Bucklandi* besitzt, ist unbekannter Herkunft (Senegambien?). Doch kommt auch eine große *Mactra* (*M. glauca* Born) in den europäischen Meeren vor.

Die großen Panopäen der Jetztzeit sind im Mittelmeer durch *Panopaea Aldrovandi* Lam. vertreten, *P. Solandri* Gray kommt in Neuseeland, *P. attenuata* Sow. bei Natal vor, *P. australis* Sow. stammt von Neuseeland.

Lutraria sanna hat Verwandte in *L. Capensis* Desh. vom Kap der guten Hoffnung und *L. curta* Desh. von den Philippinen.

Tapes Basteroti ähnelt *T. decussatus* L. von den europäischen Küsten und *T. indica* Hanl. aus China.

Tapes vetulus läßt sich mit *T. alba* Desh. von Westaustralien und *T. sulcosa* Phil. von Australien sowie mit anderen Formen von Australien und aus dem Indischen Ozean vergleichen.

Hemitapes declivis hat nahestehende Vertreter der Gattung in indischen und australischen Formen. *H. Ceylonensis* Sow. zeigt die kurze, bauchige Gestalt und *H. tristis* Lam. ähnliche konzentrische Rippen.

Lucina incrassata findet in *L. malum* Rve., *L. multilamellata* und ähnlichen großen Formen von den Philippinen ihre heutigen Vertreter.

Aus diesen Vergleichen geht also mit einer überraschenden Klarheit hervor, daß die miocäne Bivalvenfauna von Eggenburg die meiste Verwandtschaft zu den heute in Westindien, in Hinterindien, auf den Philippinen und in Australien lebenden Faunen besitzt. Dieses Ergebnis widerspricht den bisherigen Ansichten und läßt sich auch zum Teil schwer mit den heutigen Erfahrungen über die Ausdehnung des alten Mittelmeeres, der Tethys, in der jüngeren Tertiärzeit in Einklang bringen. Nach Südosten läßt sich dieses nur bis nach Persien verfolgen und weder nördlich des Himalaya noch über Arabien und Indien ist

bisher eine Meeresverbindung ostwärts herzustellen, an die wir aber nach den Ergebnissen der faunistischen Studien glauben müssen.

Das Auftreten einer so nahestehenden Fauna in Zentralamerika aber weist wohl auf eine ostwestlich verlaufende Inselbrücke, wenn nicht geradezu auf eine Küstenlinie in dieser Richtung hin. Die in jüngster Zeit sehr schwankend gewordene Lehre von einem atlantischen Kontinent zur jüngeren Tertiärzeit wird also wieder in ernsthafteste Erwägung gezogen werden müssen.

E. Sueß hat (1909, Antlitz der Erde, III, 2, p. 102) der Verwunderung darüber Ausdruck gegeben, daß bis heute keine direkte Verbindung des Mittelmeeres mit dem Senegal zur jüngeren Tertiärzeit bekannt ist, trotzdem »in den österreichischen Mediterranbildungen so viele heute noch im Senegal lebende Conchylien gefunden werden, wie Adanson's *Vagal (Tell. strigosa)* und *Tugon (Tug. anatina)*, dann drei Dosinien u. a.«. Was die Ablagerungen der Gegend von Eggenburg betrifft, sind diese Formen jetzt auf *Tug. anatina* beschränkt und der Mangel einer Meeresverbindung ist sehr gerechtfertigt.

Der tropische Charakter, den die Eggenburger Fauna in Hinsicht der Bivalven zeigt und der schon frühzeitig erkannt worden ist, beruht also auf ihrer Verwandtschaft mit exotischen Faunen. Es hat den Anschein, daß eine ganze Anzahl von Formen, nach den wärmeren Regionen auswandernd, sich nach Südosten und Südwesten zurückgezogen hat und einerseits auf den hinterasiatischen Inseln, andrerseits in Westindien heimisch geworden ist. Dadurch sind diese beiden um einen halben Erdumfang voneinander getrennten Gebiete durch eine große Ähnlichkeit ihrer Conchylienfauna verbunden worden. Von den hinterindischen Inseln und Australien scheint eine weitere Wanderung nach Norden gegen Japan erfolgt zu sein und an der Westküste Amerikas läßt sich vielleicht auch eine solche nach Norden und Süden erkennen. Doch dies sind Fragen, deren Berechtigung noch so wenig begründet ist, daß sie besser noch nicht aufgeworfen werden.

Die Beziehungen der Eggenburger Bivalvenfauna zu den äquivalenten italienischen und französischen Faunen sind durch

die Neubearbeitung viel enger geworden, als sie bisher gewesen sind. Für diese Untersuchungen ist es von größtem Werte gewesen, daß ich mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften die Museen in Zürich, Lyon Turin und Mailand besuchte und mich durch das Studium der Originale von der völligen Übereinstimmung mancher Formen überzeugen konnte, die aus diesen Gebieten stammen.

Aus dem französischen Neogen sind folgende charakteristische Formen beschrieben worden, die ich in der Eggenburger Fauna wiedererkannte:

Ostrea Granensis Font.
Cubitostrea frondosa De Serr.
Chlamys Justianus Font.
Hinnites Leufroyi De Serr.
Aequipecten scabrellus Lam. var. *Bollenensis* May.
« *praescabriusculus* Font.
Macrochlamys sub-Holgeri Font.
Manupecten Crestensis Font.
Arca sub-Helbingii d'Orb.
Callistotapes vetulus Bast.
Mactra Bucklandi Defr.?
Eastonia mitis May.
Lucina multilamellata Desh.

Es sind dies fast durchwegs Formen, die aus dem unteren Miocän (Burdigalien) stammen, zu dessen charakteristischen Typen sie gehören.

Außerdem ist *Anomia rugosa* Schff. im Burdigalien Südfrankreichs gefunden worden und *Ostreola miocucullata* Schff. ist der *O. cucullata* Born. var. *comitatensis* Font. nahe verwandt.

Folgende Formen des italienischen Neogens konnte ich im Typus oder in Abarten wiedererkennen:

Cubitostrea frondosa De Serr. var. *percaudata* Sacco.
Anomia ephippium L. var. *rugulosostriata* Brocc.
» » L. var. *costata* Brocc.
» » L. var. *aspera* Phil.
» » L. var. *pergibbosa* Sacco.

Lima hians Gmel. var. *taurinensis* Sacco.
Chlamys varia L.
» *gloriamaris* Dub. (var.).
» *longolaevis* Sacco.
» *tauroperstriata* Sacco. var. *simplicula* Sacco.
» » » var. *persimplicula* Sacco.
Hinnites Brussonii De Serr. var. *taurinensis* Sacco.
Aequipecten scabrellus Lam.
» » » var. *Bollenensis* May.
» » » var. *taurolaevis* Sacco.
» » » var. *elongatula* Sacco.
» *opercularis* L. var. *elongata* Jeffr.
» » L. (var.).
Mytilus Galloprovincialis Lam. (var.).
Arca biangula Lam. var. *maleatissima* Sacco.
» » » var. *subsandalina* Sacco.
» *Fichteli* Dub. var. *abbreviata* Sacco.
» » » var. *rotundatior* Sacco.
Cardita crassa var. *longogigantea* Sacco.
Cardium Michelottianum May. (var.?).
Chama gryphoides L. var. *perfoliosa* Sacco.
» *gryphina* Lam. var. *taurolunata* Sacco.
Callista Chione L.
» *erycina* L. var. *subtriangula* Sacco.
Lutraria lutraria L. var. *Jeffreysi* De Greg.
Lucina incrassata Dub. var. *subscopulorum* d'Orb.
» *divaricata* L. var. *rotundoparva* Sacco.
Thracia pubescens Pultn.

Außerdem kommen von den für das Wiener Becken beschriebenen Formen *Macrochlamys Holgeri* Gein. und Var. *sulcata* Schff., *Mytilus fuscus* Hoern. im italienischen Untermiocän vor und *Cardium mioechinatum* Schff. ist mit *C. echinatum* L. nahe verwandt, das im Pliocän Italiens häufig ist.

Von den oben genannten Formen tritt weitaus die Mehrzahl im Aquitaniano und Elveziano Piemonts auf und eine Anzahl setzt sich bis in das Pliocän fort. Nun ist das untere

Elveziano der Colli Torinesi, wie ich nachgewiesen habe,[1] mit dem Aquitaniano altersgleich und in das untere Miocän zu stellen, so daß die gleichen Arten an den Rändern des böhmischen Festlandes und in der piemontesischen Bucht gleichzeitig auftreten. Zu ihnen gehören gerade Formen, die ihre Hauptentwicklung im unteren Miocän besitzen.

Wenn man noch dazu die Arten zählt, die aus der oberen Meeresmollasse der Alpen bekannt sind, wie *Ostrea Gingensis, O. crassissima, Amussiopecten gigas, Pectunculus Fichteli, Trachycardium multicostatum, Cardium discrepans* u. a., so wird die zeitliche Stellung der Bivalvenfauna von Eggenburg noch weiter bestimmt.

Sehr auffällig ist das starke Zurücktreten von oligocänen Formen. *Ostrea fimbriata* ist solch eine alte Art, *Cardium cingulatum* desgleichen. Mehrere sind durch die Neubearbeitung aus der Liste verschwunden, wie *Isocardia subtransversa* und *Venus Aglaurae.*

Beziehungen zum norddeutschen Oligocän fehlen fast vollständig. Die Fauna hat einen ausgesprochen mediterranen Typus und ihr unvermitteltes reiches Auftreten in unserer Gegend zeigt eine der merkwürdigsten Transgressionen an, die die jüngere geologische Geschichte aufweist.

Es wäre sehr verlockend, wegen der angedeuteten Beziehungen der heutigen westindischen und hinterindischen Faunen mit der Bivalvenfauna von Eggenburg die jungtertiären Conchylienfaunen dieser Gebiete zum Vergleich heranzuziehen.[2] Toula hat (Eine jungtertiäre Fauna von Gatun am Panamakanal. Jahrb. d. Geol. Reichsanst. 1908) den Versuch einer Vergleichung solcher Formen gemacht, doch ist das ihm vorgelegene Material zu gering und zu schlecht erhalten gewesen. Größeres Vergleichsmaterial für eine solche Arbeit ist mir überhaupt nicht leicht zugänglich und die einschlägige Literatur noch sehr mangelhaft, obgleich z. B. die Beschreibung der miocänen Pelecypoden von Maryland durch Glenn (Maryland

---

[1] Zur Abgrenzung der ersten Mediterranstufe und zur Stellung des »Langhiano« im piemontesischen Tertiärbecken. Verh. Geol. Reichsanst, 1899, Nr. 17, 18.

[2] Siehe E. Sueß, Das Antlitz der Erde. I. Bd., 1885, p. 364 ff.

Geol. Survey 1904) schon mannigfache Beziehungen in dieser Hinsicht verrät. Solche vergleichende Studien sollen aber meines Erachtens nicht ohne Benutzung von Originalen oder nach diesen bestimmten Vorlagen erfolgen und werden sonst besser unterlassen.

Faziell zeigt die Eggenburger Bivalvenfauna die größte Übereinstimmung mit der von Asti, ja die Erhaltung der Conchylien ist so ähnlich, daß Prof. Sacco bei ihrem Anblick scherzend meinte, sie stamme von dieser Lokalität. Und diese Vermutung wird einem auch aufgedrängt, wenn man die Vergesellschaftung von großen, dünnschaligen Bivalven sieht, die besonders von Gauderndorf stammen, wie *Solen, Polia, Psammobia, Tellina, Lutraria, Mactra, Panopaea, Tapes, Cytherea, Venus, Lucina, Cardium* u. a. Die ungemein günstigen Standortsbedingungen, die die Fauna von Asti erkennen läßt und die subtropische klimatische Verhältnisse verraten, müssen auch in unserer Gegend damals geherrscht haben. Ruhiges, temperiertes Wasser, reiche Nahrungszufuhr und flacher Strand waren die Existenzerfordernisse für diese Tiergesellschaft. Es ist sehr auffällig, daß im Miocän Oberitaliens ähnliche Verhältnisse gefehlt zu haben scheinen, während sie im Pliocän vorhanden waren. Dies hängt wohl mit der raschen Sedimentation gröberen Materials zusammen, die am Fuße der jungen, noch im Werden begriffenen Hochketten der Alpen und des Apennins erfolgen mußte. Die Faluns des Bordelais zeigen hingegen ganz ähnliche Lebensbedingungen wie die Sande von Asti, unterscheiden sich aber von der Gauderndorfer Fazies durch die durchwegs geringeren Dimensionen der Conchylien.

Die Bedeutung der lokalen Vergesellschaftungen der Eggenburger Fauna ist, was die Bivalven betrifft, bisher großenteils überschätzt worden, da die allgemeinere Verbreitung der einzelnen Formen noch nicht so deutlich gewesen ist, wie sie es jetzt ist. Dadurch hat sich erwiesen, daß die Faunenvergesellschaftungen weit weniger an bestimmte Örtlichkeiten gebunden sind, daß sich also manche faunistischen Unterschiede der Fundorte verwischen. Nur wenige Conchylienformen zeigen noch eine enge Beschränkung auf

gewisse Standorte und auch diese dürften noch eine weitere Verminderuug erfahren.

Ein bemerkenswertes Ergebnis hat sich aber schon jetzt gezeigt. Der Unterschied der Bivalvenfauna der Ablagerungen des außeralpinen und des inneralpinen Wiener Beckens wird weit ausgeprägter werden als er bisher gegolten hat. Manche Formen, die man als beiden Gebieten gemeinsam angesehen hat, müssen in zwei verschiedene Spezies aufgelöst werden und es ist zu erwarten, daß die so dringende Neubearbeitung der Conchylienfauna des inneralpinen Wiener Beckens diese Gegensätze noch verstärken wird.



Über ein äskulinspaltendes Enzym und über ein fettspaltendes Enzym in Aesculus Hippocastanum L.

von

Dr. **Wilhelm Sigmund,**

k. k. Realschulprofessor, Privatdozent an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag.

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. April 1910.)

Das äskulinspaltende Enzym.

Die erste und, soweit mir bekannt, die einzige Beobachtung über eine enzymatische Äskulinspaltung bei *Aesculus* machte Weewers,[1] welcher dieselbe bei einem Kaltwasserextrakte der Roßkastanienrinde wahrnahm; doch wurde die Frage nicht weiter untersucht.[2]

Es ist mir gelungen, in einigen Organen der Roßkastanie, *Aesculus Hippocastanum* L., ein äskulinspaltendes Enzym nachzuweisen.

Untersucht wurden insbesondere die Rinde, die Knospen, die Blätter, die Blüten und die Früchte, von den letzteren gesondert die Samenkapseln, die Samen im ganzen, die Samenschalen und die Cotyledonen. Die Samen wurden sowohl im ruhenden als auch im keimenden Zustande auf ein äskulinspaltendes Enzym geprüft; von den keimenden Samen wurden wieder die Würzelchen, die Stengelchen und die Cotyledonen gesondert untersucht. Die betreffenden Pflanzenteile wurden teils frisch, teils lufttrocken möglichst zerkleinert (durch Zerschneiden, Mahlen, Verreiben etc.), die zerkleinerten Organe

[1] Th. Weewers, Die physiologische Bedeutung einiger Glykoside. Jahrb. f. wiss. Botanik, 39. Bd. (1904), p. 229.

[2] F. Czapek, Biochemie der Pflanzen, II. Bd., p. 563.

mit Wasser unter Zusatz von Chloroform 20 bis 40 Stunden[1] bei Zimmertemperatur extrahiert.

Zu Versuchszwecken wurden der Organbrei, der filtrierte wässerige Extrakt und die aus dem letzteren isolierte enzymhaltige Substanz benützt. Zur Isolierung des Enzyms wurde der filtrierte Auszug mit Alkohol gefällt, der Niederschlag rasch an der Saugpumpe filtriert, mit Alkohol gewaschen und bei 30° C. im Trockenschrank oder bei gewöhnlicher Temperatur im Vakuumexsikkator über Schwefelsäure getrocknet.

Die Einwirkungsdauer des Extraktes, beziehungsweise des Enzyms auf Äskulin betrug 24 Stunden bis 10 Tage bei 30° C. Um die Mitwirkung von Mikroorganismen auszuschließen, wurden sämtliche Versuche unter reichlichem Zusatz von Toluol, meist aber von Chloroform ausgeführt; bei längerer Versuchsdauer wurden die Antiseptika erneuert. Die Abwesenheit von Bakterien konnte auch mikroskopisch festgestellt werden.

Jeder Versuch war von einem Kontrollversuch begleitet, indem nicht nur der normale, aktive Organextrakt, beziehungsweise das daraus isolierte aktive Enzym auf Äskulin einwirkte, sondern gleichzeitig und unter den vollkommen gleichen Versuchsbedingungen der gekochte Extrakt, respektive die gekochte Enzymlösung auf Äskulin wirksam war. Dabei konnte, falls eine Spaltung des Äskulins eintrat, diese nur bei dem aktiven Extrakt oder Enzym, nicht aber bei dem Kontrollversuch beobachtet werden, wodurch die Enzymnatur der erfolgten Äskulinspaltung sichergestellt war.

Die Untersuchung der Spaltungsprodukte des Äskulins, des Äskuletins und der Glukose geschah auf folgende Weise: Nach Ablauf der Versuchsdauer wurde der Inhalt des Versuchsgefäßes kalt filtriert, der Rückstand auf dem Filter mit heißem Alkohol behandelt und die Lösung auf Äskuletin geprüft.

Zur Erkennung des Äskuletins dienten folgende Reaktionen: die Grünfärbung mit Eisenchlorid, auf Zusatz von Ammoniak rot; die Gelbfärbung mit Kali- oder Natronlauge; die gelbe

---

[1] Je nach der Beschaffenheit des Materials in frisch gepflücktem Zustande kürzere, in lufttrockenem Zustande längere Zeit.

Fällung mit Bleiacetat. Die Intensität der Grünfärbung mit Eisenchlorid ließ auch bei Einhaltung vollkommen gleicher Versuchsbedingungen eine beiläufige Beurteilung der Stärke der erfolgten Äskulinspaltung zu, indem sich die Lösung bei gleicher Menge und gleicher Konzentration der einwirkenden Stoffe je nach der Intensität der erfolgten Äskulinspaltung gelblichgrün, rein hellgrün, grasgrün bis intensiv dunkelgrün färbte. Durch wiederholtes Umkrystallisieren konnten aus der äskuletinhältigen Lösung feine, glänzende Nadeln dargestellt werden, deren Identität mit Äskuletin durch die oben genannten Reaktionen festgestellt werden konnte, außerdem wurde auch zur Kontrolle die Bestimmung des Schmelzpunktes herangezogen.

Das zuerst erhaltene Filtrat wurde auf dem Wasserbade verdunstet, der Rückstand mit heißem Alkohol behandelt, wobei das Enzym ungelöst blieb, während die eventuellen Spaltungsprodukte des Äskulins, das Äskuletin und die Glukose, in Lösung gingen; ein Teil der Glukose blieb, da in Alkohol schwer löslich, im Rückstande und wurde daraus durch Wasser extrahiert. Nach dem Filtrieren wurde das Filtrat abermals auf dem Wasserbad verdunstet und der Rückstand mit wenig kaltem Wasser behandelt, wodurch eine wenn auch unvollständige Trennung des Äskuletins von der Glukose bewirkt wurde, indem neben der Glukose auch ein geringer Teil des Äskuletins in Lösung ging, der größere Teil blieb aber auf dem Filter zurück; dieser wurde mit Alkohol behandelt und die Lösung auf Äskuletin untersucht.

Im Filtrat wurde nach den gebräuchlichen Methoden, wobei insbesondere die Trommer'sche in Anwendnng kam, auf Glukose geprüft. Bei einer stattgefundenen Äskulinspaltung färbte sich die Flüssigkeit auf Zusatz von Natronlauge intensiv gelb infolge des in der Lösung gleichzeitig enthaltenen Äskuletins; bei dem Kontrollversuch mit dem gekochten Enzym trat diese intensive Gelbfärbung nicht auf, die betreffende Flüssigkeit färbte sich nur hell strohgelb, bedingt durch das unzersetzte Äskulin; auch die anderen Reaktionen auf Äskuletin ergaben bei den Versuchen mit dem gekochten Enzym ein negatives Resultat. Auch die Reaktion auf Glukose lieferte bei den Ver-

suchen mit dem normalen Enzym bei erfolgter Spaltung des zugesetzten Äskulins stets ein positives Ergebnis, die Reaktion verlief rasch und intensiv; bei den Kontrollversuchen dagegen blieb die Glukosereaktion entweder gänzlich aus oder sie erfolgte erst nach längerer Zeit und minder intensiv.

Versuche mit der Rinde.

Untersucht wurde die Rinde der Zweige und der Wurzeln. Die Rinde der Zweige wurde in allen Jahreszeiten, im Frühjahr, Sommer, Herbst und Winter, die Rinde der Wurzeln im Frühjahr (März) auf ein äskulinspaltendes Enzym geprüft. Die meisten Versuche wurden mit der im Mai und Juni entnommenen Rinde ausgeführt.

Die mit der Rinde der Zweige ausgeführten Versuche ergaben, daß in derselben in allen Jahreszeiten ein auf Äskulin wirksames Enzym enthalten war. Selbst aus der im Winter (am 22. Dezember) gesammelten Rinde konnte noch ein äskulinspaltendes Enzym isoliert werden, welches zwar, was Geschwindigkeit und Intensität der Äskulinspaltung anbelangt, hinter den in den anderen Jahreszeiten hergestellten Enzympräparaten zurückblieb, aber trotzdem eine deutlich nachweisbare äskulinspaltende Wirkung erkennen ließ. Während nämlich die aus den im Frühjahr, Sommer und Herbst entnommenen Rinden hergestellten Enzympräparate bereits nach 24 Stunden eine deutliche Spaltung des zugesetzten Äskulins bewirkten, die sich mit zunehmender Versuchsdauer steigerte, so spaltete z. B. ein Enzympräparat vom 8. Oktober nach dreitägiger Einwirkungsdauer 45·17 % des zugesetzten Äskulins, konnte bei dem aus der Winterrinde isolierten Enzym nach 24stündiger Einwirkungsdauer nur eine minimale Spaltung beobachtet werden; doch nahm die Intensität der Äskulinspaltung innerhalb der siebentägigen Versuchsdauer von Tag zu Tag zu, wie die vergleichenden kolorimetrischen Beobachtungen ergaben.

Bei den Versuchen mit der Wurzel[1] wurden die dünnen Wurzeln bis zur Federkieldicke im ganzen zerkleinert und bei den dickeren Wurzeln bloß die Rinde verarbeitet. Die Versuche

---

[1] Die Wurzel wurde anfangs März einem älteren Baume entnommen.

ergaben, daß die Einwirkung auf Äskulin eine viel schwächere war als bei der Rinde der Zweige.

Versuche mit den Knospen.

Es wurden sowohl die Frühjahrs- als auch die Herbstknospen auf die Gegenwart eines äskulinspaltenden Enzyms untersucht. Die wässerigen Extrakte wurden aus den nach Entfernung der harzigen Schuppenblätter zerkleinerten Knospen hergestellt. Weder die Extrakte noch die daraus durch Alkohol isolierte Substanz bewirkte eine Spaltung des zugesetzten Äskulins, selbst nach neuntägiger Versuchsdauer nicht.

Versuche mit den Blättern und Blüten.

Die Versuche mit den Kaltwasserextrakten der Blätter und mit dem daraus durch Fällung mit Alkohol erhaltenen Körper ergaben bei ihrer Einwirkung auf Äskulin ein vorwiegend negatives Resultat; erst bei längerer Einwirkungsdauer trat in einzelnen Fällen ein schwach positives Ergebnis auf.

Während bei den gleichzeitig und unter denselben Versuchsbedingungen ausgeführten Versuchen mit den Rindenextrakten und mit dem daraus isolierten Enzym bereits nach 24 Stunden eine deutliche Spaltung des zugesetzten Äskulins beobachtet wurde, konnte in derselben Zeit bei den Versuchen mit den Blättern eine Äskulinspaltung nicht nachgewiesen werden. Erst am vierten oder fünften Tage trat mitunter eine kaum merkliche Spaltung ein und selbst nach 10 Tagen war die Spaltung noch sehr gering.

Ein ähnliches Verhalten zeigten auch die Versuche mit den Blüten.

Versuche mit den Früchten.

Die Samenkapseln.

Die Versuche mit der stacheligen Fruchthülle ergaben durchwegs ein negatives Resultat. Weder der aus den zerkleinerten Kapseln erhaltene wässerige Extrakt noch der aus demselben durch Alkohol isolierte Körper vermochte das zugesetzte Äskulin zu spalten, selbst nach einer Einwirkungsdauer von 9 Tagen nicht.

Die Samen.

I. Ruhende Samen.

1. Die Samen im ganzen.

Die aus den gemahlenen Samen hergestellten Extrakte und das daraus isolierte Enzym ergaben in den wiederholt ausgeführten Versuchen bei ihrer Einwirkung auf Äskulin durchwegs positive Resultate. Insbesondere ergaben die mit dem isolierten Enzym ausgeführten Versuche bei verschiedener Konzentration der Enzymlösungen und bei verschiedener Versuchsdauer, daß bereits sehr verdünnte Lösungen (0·1prozentige)[1] auf Äskulin wirksam waren und daß schon nach 24 Stunden die erfolgte Spaltung des zugesetzten Äskulins nachgewiesen werden konnte.

Ein quantitativ ausgeführter Versuch ergab folgendes Resultat: 0·5*g* des aus dem wässerigen Extrakte durch Alkohol isolierten Enzyms wurden in 40*cm*³ Wasser gelöst, die Lösung mit 0·2*g* Äskulin versetzt und 40 Tropfen Chloroform hinzugefügt. Nach dreitägiger Einwirkungsdauer der Enzymlösung auf Äskulin bei 30° C. wurden nach wiederholtem Umkrystallisieren 0·0410*g* Äskuletin erhalten; diese Menge entspricht 0·07677*g* gespaltenen Äskulins, es wurden mithin von den zugesetzten 0·2*g* Äskulin 38·38% gespalten.

2. Die Cotyledonen.

(Die geschälten Samen.)

Die geschälten und gemahlenen Roßkastaniensamen waren in Form eines Breies, dann in Form des filtrierten Extraktes und endlich in Form des aus letzterem durch Alkohol isolierten Enzyms auf Äskulin wirksam. In allen Fällen konnte eine enzymatische Spaltung des zugesetzten Äskulins nachgewiesen werden. Das isolierte Enzym bewirkte noch in 0·1prozentiger[1] Lösung nach 24 Stunden eine nachweisbare Spaltung des Äskulins.

[1] In Wirklichkeit war der Verdünnungsgrad der äskulinspaltenden Enzymlösung ein noch viel größerer, weil das nach der oben angegebenen Methode erhaltene Enzympräparat nicht aus dem äskulinspaltenden Enzym allein bestand, sondern noch andere durch Alkohol fällbare Stoffe enthielt, darunter auch verschiedene andere Enzyme.

3. Die Samenschalen.

Die von den Cotyledonenresten sorgfältig befreiten Samenschalen wurden fein gemahlen und wirkten wie bei den Versuchen mit den Cotyledonen als Brei, als filtrierter Extrakt und als isoliertes Enzym auf Äskulin ein. Die äskulinspaltende Kraft war in jeder Beziehung der der Cotyledonen vollkommen gleich.

II. Keimende Samen.

Die gekeimten Roßkastaniensamen, deren Würzelchen 18 bis 31 *cm* und deren Stengelchen 5 bis 11 *cm* lang waren, wurden in frischem Zustande zerkleinert und 24 Stunden unter Chloroformzusatz extrahiert, und zwar gesondert die Stengel, die Wurzeln und die Cotyledonen. Sowohl die erhaltenen Extrakte als auch die aus demselben durch Fällung mit Alkohol getrennten Substanzen wurden auf ihre äskulinspaltende Wirkung untersucht.

Die Versuche ergaben, daß der aus den Stengeln der jungen Keimpflanzen erhaltene Extrakt und der daraus durch Alkohol isolierte Körper bei einer 7 tägigen Versuchsdauer ohne Einwirkung auf Äskulin war; daß dagegen die Wurzeln und die Cotyledonen der Keimpflänzchen ein auf Äskulin wirksames Enzym enthielten.

Versuche mit Amygdalin.

Es wurde weiterhin untersucht, ob die beobachtete Spaltung des Äskulins auf ein spezifisch äskulinspaltendes Enzym zurückzuführen ist oder ob es sich hiebei um die Wirkung eines schon bekannten Enzyms handelt; insbesondere würde hier eine Amygdalase in Betracht kommen, indem Emulsin und andere amygdalinspaltende Enzyme im Pflanzenreich weit verbreitet sind und Emulsin die Fähigkeit besitzt, Äskulin in Glukose und Äskuletin zu spalten.

Um diese Frage zu entscheiden, wurden die als auf Äskulin wirksam erkannten Extrakte und die daraus isolierten äskulinspaltenden Enzyme mit Amygdalin zusammengebracht; die Versuchsanordnung war analog wie bei den Versuchen mit Äskulin. Als Kontrollversuch wurde stets eine entsprechend kon-

zentrierte Emulsinlösung[1] verwendet, die unter denselben Versuchsbedingungen wie das äskulinspaltende Enzym auf Amygdalin wirkte. Die Prüfung auf Blausäure erfolgte sowohl nach der Berlinerblaumethode als auch nach der Ferrirhodanidreaktion.

Bei Einwirkung des Rindenextraktes (der Zweige) auf Amygdalin konnte selbst nach achttägiger Versuchsdauer keine Blausäure nachgewiesen werden, weder dem Geruche nach noch nach der Berlinerblaureaktion; während bei dem Kontrollversuch mit Emulsin bereits nach einigen Stunden ein deutlicher Geruch nach Blausäure, beziehungsweise Bittermandelöl beobachtet wurde und die Blausäure auch auf chemischem Wege durch Überführung in Berlinerblau nachgewiesen werden konnte.

Es wurde sodann die Wirkung des aus der Roßkastanienrinde isolierten äskulinspaltenden Enzyms auf Amygdalin untersucht; gleichzeitig wirkte Emulsin (Merck) in gleicher Konzentration auf gleich viel Amygdalin unter denselben Versuchsbedingungen ein. Auch hier trat bei dem Versuch mit Emulsin bereits nach kurzer Zeit der Geruch nach Blausäure auf, während bei dem Versuche mit dem äskulinspaltenden Enzym während der ganzen neuntägigen Versuchsdauer kein Geruch nach Blausäure, beziehungsweise Bittermandelöl beobachtet werden konnte. Nach zwei Tagen wurden gleiche Mengen der beiden Parallelversuche nach der Sulfocyaneisenreaktion auf Blausäure geprüft: bei Emulsin mit ausgesprochen positivem, bei dem äskulinspaltenden Enzym dagegen mit vollkommen negativem Erfolg. Auch bei den weiterhin teils nach der Ferrirhodanid-, teils nach der Berlinerblaureaktion ausgeführten Prüfungen reagierte nur die Lösung bei Emulsin auf Blausäure, nicht aber die beim äskulinspaltenden Enzym.

Ein aus Roßkastaniensamen hergestellter verdünnter wässeriger Extrakt bewirkte bei seiner Einwirkung auf Amygdalin nach 48 Stunden keine Spaltung, es konnte weder nach der Berlinerblaureaktion noch nach der empfindlicheren Ferrirhodanidprobe Blausäure nachgewiesen werden; erst am sechsten Tage wurden Spuren von Blausäure sichergestellt, indem sich die Lösung beim Prüfen auf Ferrirhodanid orangegelb färbte.

[1] Emulsin von E. Merck in Darmstadt.

Das aus den Roßkastaniensamen isolierte Enzym bewirkte in einprozentiger Lösung nach 24stündiger Einwirkung auf Amygdalin noch keine Spaltung, während Emulsin, bei gleicher Menge und Konzentration auf gleich viel Amygdalin unter denselben Versuchsbedingungen wirkend, bereits bei der nach achtstündiger Einwirkung vorgenommenen Prüfung Blausäure erkennen ließ. Erst am vierten Versuchstage konnten sehr geringe Mengen von Blausäure nachgewiesen werden, indem sich bei der Prüfung auf Berlinerblau die Lösung gelblichgrün färbte und nach einiger Zeit ein schwacher blauer Niederschlag entstand, während bei dem Kontrollversuch mit Emulsin gleich ein reichlicher blauer Niederschlag auftrat.

Diese schwach amygdalinspaltende Wirkung kommt aber nur den Cotyledonen zu, denn die Samenschalen allein bewirkten selbst in Form eines konzentrierten Extraktes innerhalb einer sechstägigen Versuchsdauer keine Spaltung des zugesetzten Amygdalins.

Die Versuche mit Amygdalin ergeben, daß in der Rinde und in den Samenschalen von *Aesculus* kein auf Amygdalin wirksames Enzym vorhanden ist und daß daher das in der Rinde und in den Samenschalen der Roßkastanie vorhandene äskulinspaltende Enzym keine Amygdalase ist.

Aber auch bei den Samen kann das äskulinspaltende Enzym nicht identisch sein mit dem die Spaltung des Amygdalins bewirkenden Enzym; denn, während das aus den Samen isolierte Enzym schon in 0·1prozentiger Lösung bereits nach 24stündiger Einwirkung das zugesetzte Äskulin spaltete, bewirkte dasselbe Enzym selbst in 1prozentiger Lösung nach 24 Stunden noch keine Spaltung des zugesetzten Amygdalins, dieselbe trat vielmehr erst nach viertägiger Einwirkung auf.

In der Rinde und in den Samenschalen ist zweifellos ein äskulinspaltendes Enzym vorhanden; bezüglich der Cotyledonen ist der direkte Beweis für die Existenz eines spezifisch äskulinspaltenden Enzyms nicht erbracht, insbesondere auch mit Rücksicht auf die im folgenden beschriebenen Versuche, die aber wieder anderseits zugunsten eines spezifisch äskulinspaltenden Enzyms in der Rinde und in den Samenschalen von *Aesculus* sprechen.

Das fettspaltende Enzym.

In den Samen der Roßkastanie wurde eine Lipase nachgewiesen, jedoch nur in den Cotyledonen, denn, wie die auch getrennt, d. h. mit den Samenschalen allein und mit den Cotyledonen für sich ausgeführten Versuche ergaben, fand eine Spaltung des zugesetzten Fettes nur bei den Versuchen mit den Cotyledonen statt, nicht aber bei den Versuchen mit den Samenschalen. Ebenso ergaben auch die Versuche mit der Rinde und den Blättern keine Fettspaltung.

Als Versuchsfett wurde Olivenöl benützt, welches mit dem Organbrei, mit dem wässerigen Extrakt oder mit dem isolierten enzymhaltigen Körper, im letzteren Fall unter Zusatz von etwas Wasser, zu einer Emulsion vermischt wurde; als Antiseptikum wurde Toluol, meist aber Chloroform verwendet; die Versuchstemperatur war wie bei den bisherigen Versuchen 30° C.

Um die enzymatische Fettspaltung sicherzustellen, wurde jeder Versuch doppelt ausgeführt, mit dem normalen und mit dem gekochten enzymhaltigen Körper. Nach Ablauf der Versuchsdauer wurde der Inhalt des Versuchsgefäßes mit der fünffachen Menge Alkohol geschüttelt, mit einigen Tropfen alkoholischer Phenolphthaleinlösung als Indikator versetzt und mit $^1/_{10}$-Normalnatronlauge unter wiederholtem Schütteln bis zur bleibenden Rosafärbung titriert. Da jeder Parallelversuch unter den vollkommen gleichen Versuchsbedingungen ausgeführt wurde, so ergab die Differenz in der verbrauchten Menge $^1/_{10}$-Normalnatronlauge zwischen dem Versuch mit dem aktiven und mit dem gekochten Enzym die Menge der enzymatisch gespaltenen Fettsäure.

Die Versuche mit den Roßkastaniensamen, sowohl die mit den Extrakten als auch die mit dem isolierten Enzym, ergaben je nach der Menge des enzymhaltigen Körpers und je nach der Versuchsdauer durchwegs eine mehr oder minder erhebliche Differenz. So betrug z. B. bei Einwirkung von je $0 \cdot 2 g$ des aus den Roßkastaniensamen isolierten Enzyms und je $4 cm^3$ Wasser unter Zusatz von gleichen Mengen Chloroform auf je $2 \cdot 7 g$ Olivenöl nach 5 Tagen die Differenz zwischen aktivem und

gekochtem Enzym 4·5 cm^3 $^1/_{10}$ Normalnatronlauge, entsprechend 127·0 *mg* enzymatisch gespaltener Ölsäure.

Dieser Befund, daß in den Roßkastaniensamen ein fettspaltendes Enzym vorkommt, gab Veranlassung, zu untersuchen, ob die Lipasen nicht Äskulin zu spalten vermögen. Zu diesem Zwecke ließ ich die aus den Samen von *Ricinus communis* durch Alkohol isolierte lipasehaltige Substanz unter denselben Versuchsbedingungen wie oben auf Äskulin einwirken; tatsächlich konnte ich eine Spaltung des zugesetzten Äskulins in Äskuletin und Glukose nachweisen.

Es entstand nun die Frage, ob die früher beobachtete Spaltung des Äskulins durch verschiedene Organe von *Aesculus Hippocastanum* nicht durch eine Lipase verursacht wurde. Zur Entscheidung dieser Frage ließ ich zunächst die Cotyledonen (die geschälten Samen) für sich und die von den Cotyledonenresten vollkommen befreiten Samenschalen allein auf Olivenöl einwirken.

Diese Versuche ergaben, daß nur die Cotyledonen eine Fettspaltung bewirkten, nicht aber die Samenschalen.

Bei den Versuchen mit den Samenschalen war die Menge der verbrauchten Kubikzentimeter $^1/_{10}$-Normalnatronlauge bei dem aktiven und dem gekochten Enzym entweder gleich oder die Differenz so gering (durchschnittlich 0·1 cm^3 $^1/_{10}$-Normalnatronlauge), daß sie als innerhalb der Fehlergrenzen liegend angesehen werden konnte.

Bei den Versuchen mit den Cotyledonen dagegen war die Menge der verbrauchten Kubikzentimeter $^1/_{10}$-Normalnatronlauge bei normalem Versuch durchwegs wesentlich größer als beim Versuch mit dem gekochten enzymhaltigen Körper, wie z. B. folgender Parallelversuch mit dem aktiven und gekochten Enzym zeigt: Je 0·4 *g* des aus den geschälten Roßkastaniensamen durch Alkohol isolierten Enzyms wirkten auf je 4·5 *g* Olivenöl bei Gegenwart von gleich viel Chloroform bei 30° C. Die am siebenten Versuchstage vorgenommene Titration mit $^1/_{10}$-Normalnatronlauge ergab beim Versuche mit dem aktiven Enzym den Verbrauch von 12·8 cm^3 $^1/_{10}$-Normalnatronlauge zur Neutralisation, beim gekochten Enzym dagegen nur 4·2 cm^3 $^1/_{10}$-Normalnatronlauge. Die Differenz betrug demnach

8·6 cm^3 $^1/_{10}$-Normalnatronlauge, entsprechend 242·8 *mg* enzymatisch gespaltener Ölsäure.

Es ist daher kein Zweifel, daß in den Roßkastaniensamen, und zwar nur in den Cotyledonen derselben, nicht aber in den Samenschalen ein fettspaltendes Enzym enthalten ist.[1]

Aus diesen Versuchen ergibt sich bezüglich der oben gestellten Frage, ob in den Roßkastaniensamen eine Lipase oder ein spezifisch äskulinspaltendes Enzym die beobachtete Spaltung des Äskulins bewirkte, die Antwort, daß bei den Samenschalen die erfolgte Spaltung des Äskulins nicht durch eine Lipase erfolgte, sondern, da auch keine Amygdalase vorliegt, durch ein in den Samenschalen enthaltenes besonderes äskulinspaltendes Enzym.

Was die Cotyledonen anbelangt, so ist der direkte Beweis für ein in denselben vorhandenes spezifisch äskulinspaltendes Enzym nicht gelungen, denn eine Trennung des fettspaltenden Enzyms vom äskulinspaltenden Enzym war nicht möglich. Doch ist die Wahrscheinlichkeit, daß auch in den Cotyledonen ein besonderes äskulinspaltendes Enzym vorhanden ist, sehr groß, um so mehr, als die beobachtete, sehr schwach amygdalinspaltende Wirkung der Cotyledonen von der energisch äskulinspaltenden Wirkung derselben so verschieden war, daß sie nicht ein und demselben Enzym zugeschrieben werden kann. Es ist auch nicht anzunehmen, daß eine Amygdalase, die erst nach längerer Zeit eine schwache Amygdalinspaltung bewirkte, imstande sein sollte, energisch auf Äskulin einzuwirken; es ist vielmehr wahrscheinlicher, daß in den Cotyledonen der Roßkastaniensamen neben einem schwach amygdalinspaltenden Enzym auch ein besonderes äskulinspaltendes Enzym vorhanden ist.

Auf Grund sämtlicher mit den Roßkastaniensamen im ganzen und mit den Samenschalen und Cotyledonen getrennt

---

[1] Der Fettgehalt der Roßkastaniensamen beträgt nach O. Kellner, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere, 3. Aufl., p. 581:

Roßkastanien,	ungeschält,	frisch	1·5%	Rohfett
»	»	trocken	2·4	»
»	geschält,	frisch	3·0	»
»	»	und getrocknet	5·4	»

ausgeführten Versuche dürfte der Wahrscheinlichkeitsbeweis zulässig sein, daß in den Cotyledonen neben anderen Enzymen, insbesondere neben einem fettspaltenden Enzym auch ein besonderes, auf Äskulin wirksames Enzym enthalten ist.

Es wurde weiterhin die obige Frage bezüglich der Identität oder Nichtidentität der die Äskulinspaltung und die Fettspaltung bewirkenden Enzyme auch für die Rinde untersucht. Zu diesem Behufe wurde der Rindenextrakt und das daraus isolierte Enzym auf eine fettspaltende Wirkung geprüft, wobei ebenfalls stets Parallelversuche mit dem normalen und mit dem gekochten enzymhaltigen Körper unter denselben Versuchsbedingungen ausgeführt wurden.

In keinem Falle konnte eine enzymatische Fettspaltung des zugesetzten Fettes beobachtet werden; stets war die Menge der verbrauchten Kubikzentimeter $^1/_{10}$-Normalnatronlauge bei dem Versuche mit dem aktivem und mit dem gekochten Enzym entweder gleich oder die Differenz war so minimal, daß sie als innerhalb der Fehlergrenzen liegend angesehen werden mußte.

Auch bei den Versuchen mit den Blättern konnte eine Fettspaltung nicht beobachtet werden.

Aus den Versuchen mit der Rinde in ihrer Einwirkung auf Amygdalin und auf Fette ergibt sich demnach, daß die Roßkastanienrinde weder eine Amygdalase noch eine Lipase enthält und daß daher weder das eine, noch das andere Enzym die beobachtete Spaltung des Äskulins bewirken konnte, sondern daß dieselbe vielmehr einem spezifisch äskulinspaltenden Enzym zugeschrieben werden muß.

Die gesamten Versuchsergebnisse berechtigen zu dem Schlusse, daß in der Rinde und in den Samenschalen von *Aesculus Hippocastanum* ein besonderes, auf Äskulin wirksames Enzym enthalten ist; ich schlage für das äskulinspaltende Enzym den Namen »Äskulase« vor.

Zusammenfassung der Resultate.

In der Rinde und in den Samenschalen der Roßkastanie, *Aesculus Hippocastanum* L., wurde ein äskulinspaltendes Enzym nachgewiesen, welches Äskulin in Äskuletin und Glukose spaltet. Die Mitwirkung von Bakterien war ausgeschlossen. Das

isolierte Enzym war weder eine Amygdalase noch eine Lipase. Verfasser schlägt für das äskulinspaltende Enzym den Namen »Äskulase« vor.

In den Cotyledonen der Roßkastaniensamen ist höchstwahrscheinlich ebenfalls eine Äskulase vorhanden, doch konnte der direkte Beweis hiefür nicht erbracht werden, weil die Trennung der einzelnen isolierten Enzyme nicht möglich war.

In den Cotyledonen der Roßkastaniensamen wurde ferner ein fettspaltendes Enzym gefunden.

Über den Schleudermechanismus der Früchte von Cyclanthera explodens Naud.

von

Hermann Ritter v. **Guttenberg.**

Aus dem botanischen Institut der k. k. Universität in Graz.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. April 1910.)

Der Schleudermechanismus der Früchte von *Cyclanthera explodens* war bereits einmal Gegenstand einer Untersuchung. Hildebrand[1] hat ihm vor längerer Zeit seine Aufmerksamkeit zugewendet, seither aber scheint sich niemand mehr mit diesem interessanten Objekt beschäftigt zu haben. So hat z. B. Eichholz[2] bei seinen Untersuchungen über die Bewegungserscheinungen von Samen und Früchten *Cyclanthera* unberücksichtigt gelassen, Ludwig[3] bringt nur eine allgemeine Schilderung und Jost[4] einen kurzen Auszug der Hildebrand'schen Arbeit. Bei dieser Gelegenheit sei darauf aufmerksam gemacht, daß ein sinnstörender Druckfehler aus der Arbeit Hildebrand's in Jost's Pflanzenphysiologie übergegangen ist. Bei Hildebrand ist nämlich das Kapitel, welches *Cyclanthera*

[1] F. Hildebrand, Die Schleuderfrüchte und ihr im anatomischen Bau begründeter Mechanismus. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 9 (1873), p. 535—276, Taf. XXIII—XXV.

[2] G. Eichholz, Untersuchungen über den Mechanismus einiger zur Verbreitung von Samen und Früchten dienender Bewegungserscheinungen. Ebenda, Bd. 17 (1886), p. 543 ff., Taf. XXXII—XXXV.

[3] F. Ludwig, Lehrbuch der Biologie der Pflanzen. Stuttgart 1895, p. 332.

[4] L. Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., Jena 1908, p. 505.

explodens behandelt (l. c., p. 241), mit *Cyclanthera pedata* überschrieben, doch geht sowohl aus der Beschreibung als auch aus der Abbildung der Frucht hervor, daß die erstgenannte Spezies gemeint ist. Auch stellt Hildebrand die von ihm untersuchte Frucht p. 243 ausdrücklich *Cyclanthera pedata* gegenüber und die Figurenerklärung enthält die richtige Bezeichnung *C. explodens*.

Da die Fälle nicht gerade häufig sind, in welchen die Ausschleuderung der Samen durch die lebende Frucht bewirkt wird und Hildebrand offensichtlich manche Frage unbeantwortet gelassen hat, schien es mir eine dankbare Aufgabe, den Schleudermechanismus dieser Früchte neuerdings einer genaueren anatomischen und physiologischen Betrachtung zu unterziehen. Den äußeren Anlaß für die Untersuchung gab das reichliche Auftreten reifer Früchte an den im botanischen Garten zu Graz gezogenen Exemplaren dieser Pflanze im Herbste des Jahres 1909. Doch sei gleich hier bemerkt, daß meine Beobachtungen dadurch einen vorzeitigen Abschluß erhielten, daß alle Früchte bei einem unerwartet eingetretenen Frost zugrunde gingen. Immerhin glaube ich einige der wichtigsten Fragen beantwortet zu haben und will diese Resultate im folgenden kurz mitteilen.

Wie Hildebrand will auch ich mit einer Beschreibung der Frucht beginnen, doch kann ich dieselbe sehr kurz fassen, da die Frucht ziemlich allgemein bekannt ist und u. a. von Hildebrand und Jost abgebildet wurde. Die Frucht ist asymmetrisch gebaut und besitzt einerseits eine bleichgrüne, glatte, im großen ganzen konkave Seite, die wir als Bauchseite bezeichnen wollen, andrerseits eine dunkelgrüne, mit weichen Stacheln reich besetzte und stark konvexe Rückenseite. Diese asymmetrische Gestaltung ist am jugendlichen Fruchtknoten noch nicht zu erkennen, sie ist hier nur durch das einseitige Auftreten der Stacheln angedeutet; erst beim Heranwachsen der Frucht kommt ihre eigenartig gekrümmte Form (Fig. 1*a*) zustande. Eine median der Länge nach halbierte, noch nicht ganz reife Frucht zeigt im Innern folgende Gestaltung. Der Bauchwand ist genau in der Medianebene eine fleischige Placenta angewachsen, welche beiderseits an zipfelförmigen

Fortsätzen (Funiculis) Samen trägt, deren Gesamtzahl zwischen sieben und neun schwankt.[1] An der Spitze der Frucht geht das Gewebe der Placenta in das der Rückenwand über. Beim Heranreifen der Frucht verdrängen die Samen das »Mark«, dem sie ursprünglich eingelagert sind, immer mehr, nur eine dünne Scheidewand, welche beide Samenreihen trennt und die Frucht in der Symmetrieebene durchzieht, bleibt bis zum Schluß erhalten. In der reifen Frucht hat sich die Placenta von der Bauchwand losgelöst, nur zu oberst ist sie über eine ganz kurze Strecke noch mit ihr verbunden. Die Verbindung mit der Rückenwand bleibt dagegen nach wie vor bestehen. Auf die morphologische Deutung der Frucht einzugehen, ist nicht meine Aufgabe. Bemerkt sei nur, daß man annimmt, dieselbe bestehe aus drei Karpellblättern und an der Verwachsungstelle von zweien sei die Placenta zur Ausbildung gekommen.

Der anatomische Bau der Fruchtwand wurde zunächst derart studiert, daß reife, aber noch nicht aufgesprungene Früchte vorsichtig der Länge oder der Quere nach halbiert und nun entsprechende Schnitte angefertigt wurden. Zu äußerst findet sich eine allseits gleichartige Epidermis, deren kleine tafelförmige Zellen keinerlei Besonderheiten zeigen. In der Oberflächenansicht erscheinen diese Zellen annähernd isodiametrisch und mit geraden Wänden aneinander grenzend. Unter der Epidermis liegt ein eigenartiges Kollenchym (Fig. 2), dessen langgestreckte prosenchymatische Elemente in der Längsrichtung der Frucht verlaufen. Es sind an diesen vor allem die Tangentialwände stark verdickt, ferner auch die Zellecken, die Radialwände sind dagegen meist zarter. Tüpfel treten allseits ziemlich reichlich auf. Die Kollenchymschichte erreicht an der Rückenwand eine erheblich größere Mächtigkeit als an den übrigen Teilen der Fruchtwand; während sie nämlich an ersterer 0·2 bis 0·3 *mm* dick wird, beträgt ihr Querschnitt hier nur 0·1 bis 0·13 *mm*. Darauf folgt überall ein großzelliges Parenchym, welches durch seinen Chlorophyllgehalt die grün Färbung der Frucht bewirkt. Dieses

[1] Die Angabe in Engler-Prantl's Natürl. Pflanzenfamilien, Bd. IV, 5, p. 38, wonach die *Cyclantherae* fünf Samen besitzen sollen, ist also unrichtig.

Parenchym ist an der Rückenwand etwas schwächer entwickelt, enthält hier aber viel reichlicher Chlorophyllkörner als an der Bauchwand. Stärkeeinschlüsse kommen allseits vor. Daran schließt sich an der Rückenwand, und zwar nur an dieser, ein eigenartiges Gewebe, das bereits Hildebrand — wenn auch nicht ganz richtig — beschrieben und abgebildet hat. Die Zellen dieses Gewebes sind in der Längsrichtung der Frucht gestreckt und besitzen zahlreiche Ausstülpungen, welche als ringförmige Wülste vorspringen (Fig. 3, 5). Diese Wülste verlaufen senkrecht zur Längsrichtung der Zellen um diese herum, ihre Zahl wird durch die Zellänge bedingt und schwankt zwischen 5 und 12. Die Ringwülste benachbarter Zellen stoßen dabei fast immer mit ihren Kuppen aneinander, so daß eigenartige, allseits spitz endende Intercellularen zustande kommen. Es sei gleich hier bemerkt, daß nur intakte turgeszente Zellen das geschilderte Aussehen besitzen. An Querschnitten durch das Gewebe (Fig. 7) ist die Tatsache, daß jede der Ausstülpungen die Zelle ringförmig umschließt, noch deutlicher wahrzunehmen und Hildebrand's Angabe (l. c., p. 242), daß dies nur manchmal geschieht, nicht richtig. Aus diesem Grunde entspricht auch seine Abbildung (l. c., Taf. XXIII, Fig. 7) nicht ganz der Wirklichkeit. Das beschriebene Gewebe wird 0·7 bis 0·8 *mm* dick und ist um so charakteristischer, je mehr es sich der Höhlung der Frucht nähert. Zeigt es dort, wo es an das grüne Parenchym grenzt, noch Chlorophyllgehalt und geringe Wellung der Wände, so schwindet ersterer gegen das Fruchtinnere zu gänzlich und die Vorwölbungen der Zellwände werden immer stärker. Dieses eigenartige Gewebe findet sich nicht, wie Hildebrand (l. c., p. 243) annimmt, an der ganzen Fruchtwand, sondern tritt, wie schon betont wurde, ausschließlich an der Rückenwand auf. Es reicht hier von der Spitze bis gegen die Basis der Frucht zu und ist im oberen Teile mächtiger entwickelt als im unteren. Besonders charakteristisch ist es auch in der von der Rückenwand und der Placenta gebildeten Ecke ausgebildet. Die seitliche Begrenzung des in Rede stehenden Gewebes ist eine viel schärfere. Der in der reifen Frucht 10 bis 13 *mm* breite Gewebestreifen schließt beiderseits fast übergangslos an das grüne Parenchym der

seitlichen Bauchwandteile. Daß an letzteren das grüne Parenchym mächtiger ist, wurde schon früher erwähnt. Es zeigt hier am Querschnitt eine Dicke von 1·08 bis 1·20 *mm*, wogegen es an der Rückenwand nur 0·7 bis 0·8 *mm* dick wird. Aus den angeführten Zahlen ergibt sich eine Gesamtdicke der Rückenwand von zirka 1·5 bis 1·8 *mm* gegenüber einer Bauchwanddicke von 1·1 bis 1·3 *mm*. Die Verteilung des früher beschriebenen eigenartigen Gewebes, welches, wie schon Hildebrand erkannt hat, als Schwellgewebe und damit auch als Bewegungsgewebe der Frucht fungiert, wird aus Fig. 1 *a*, *b* noch näher ersichtlich. Auf die Schwellschichte der Rückenwand und das grüne Parenchym der Bauchwand folgen dann die isolierten, mehr minder kollabierten und aufgelösten Zellen des »Markes«.

Nach dieser kurzen Schilderung des äußeren und inneren Baues der Frucht sei nun die Art und Weise des Aufspringens derselben in Erinnerung gebracht. Schon bei leiser Berührung der Spitze oder bei völliger Fruchtreife auch ohne eine solche springt die Frucht derart auf, daß sie sich an der Spitze öffnet und der mittlere, etwa 1 *cm* breite Streifen der Rückenwand sich mit großer Gewalt und mit einer mit dem Auge nicht zu verfolgenden Geschwindigkeit nach rückwärts umschlägt. Dabei wird die Placenta, die sich schließlich von der Bauchwand gänzlich losgelöst hat, mit der Rückenwand aber noch fest verwachsen ist, von letzterer mitgerissen und im Bogen nach rückwärts geschleudert, so daß die der Placenta nur lose anhaftenden Samen weit fortfliegen. Nach erfolgter Ausschleuderung sieht man, daß der entstandene Riß fast bis zur Basis der Frucht reicht und daß die nach rückwärts umgeschlagene Klappe sich einfach bis doppelt eingerollt hat. Gleichzeitig mit dem Zurückschnellen der Rückenwand erfahren auch die Bauch- und Seitenwände der Frucht eine starke Auswärtskrümmung, die indes nie zu einer Einrollung dieser Teile führt. Diese Auswärtskrümmung ist für die Ausschleuderung der Samen von größter Bedeutung. Denn da diese, wie erwähnt, nur lose an der Placenta haften, müßten sie, falls die Bauchwand unverändert bliebe, schon in der Frucht abreißen und in ihr stecken bleiben. Dies um so mehr,

als die Placenta, welche in der geschlossenen Frucht mit der Rückenwand einen spitzen Winkel einschließt, beim Aufspringen sich senkrecht zu letzterer zu stellen trachtet. Die angegebene Deutung halte ich für viel näher liegend als die Hildebrand's, welcher meint (l. c., p. 243), daß die »Placenta« bei unverändert bleibender Bauchwand, »wenn auch von ihr losgelöst, schwierig an ihr in die Höhe gleiten würde und bei dieser Reibung möglicherweise an ihrer Basis abbrechen, wodurch sie dann nicht fortgeschleudert werden könnte«. Eine Fortschleuderung der Placenta selbst habe ich niemals beobachtet.

Nach dieser kurzen Schilderung des Baues und des Aufspringens der Frucht sei nunmehr zur Beantwortung der Hauptfrage übergegangen, zu der Frage nämlich, auf Grund welcher Spannungsverhältnisse die Explosion erfolgt und welche Aufgaben die einzelnen Gewebe der Fruchtwand dabei zu erfüllen haben. Das Aufspringen selbst beweist nichts anderes, als daß an der Innen- und Außenseite der Fruchtwand verschiedene Spannungsverhältnisse bestehen. Dabei ist von vornherein nicht zu entscheiden, ob es sich um eine Druckspannung der Innenseite oder eine Zugspannung der Außenseite oder vielleicht um beides zugleich handelt, ebensowenig, ob die Spannung durch ungleichartiges Wachstum oder durch verschiedene Turgeszenzverhältnisse der beiden Seiten zustande kommt. Ich will zunächst die Angaben anführen, die darüber in der Literatur zu finden sind. Hildebrand führt das Aufspringen auf eine »in besonders starker Spannung befindliche Zellschicht« zurück, auf jene Zellen nämlich, die wir schon früher als Schwellschichte kennen gelernt haben. Es handelt sich also nach ihm um eine Druckspannung der Innenseite, welche er folgendermaßen zustande kommen läßt: »Diese Zellen sind entstanden aus einfachen parenchymatischen...; später strecken sie sich in die Länge, bis zu einem Zeitpunkt, wo diese Streckung durch gegenseitigen Druck unmöglich gemacht wird und nun entsteht die Wellung der Wände, Fig. 6, eben durch dieses Bestreben, in die Länge zu wachsen. Diese Zellen sind daher in starker Längspannung, werden also von den nach außen liegenden Zellschichten an

der Ausdehnung gehindert« (l. c., p. 242). Hildebrand führt die verschiedene Spannung also ausdrücklich auf verschieden starkes Wachstum, nämlich auf stärkeres Wachstum der Innenseiten, zurück. Den Beweis dafür bleibt er allerdings schuldig, da er keinen plasmolytischen Versuch angestellt hat. Streng genommen, hat er auch den Beweis für eine Druckspannung der Innenseiten nicht erbracht, denn eine Verlängerung derselben müßte ja auch dann zustande kommen, wenn in den Außenseiten eine starke Zugspannung herrschen würde, und Versuche mit isolierten Gewebestreifen sind von Hildebrand nicht angestellt worden. Nach dem Vorgebrachten ist es also nicht ganz richtig, wenn Jost[1] unter ausdrücklicher Berufung auf Hildebrand angibt, daß *Cyclanthera* im Mechanismus mit *Impatiens* übereinstimme. Das Aufspringen der Früchte von *Impatiens* ist durch die Untersuchungen von Eichholz[2] als osmotische Erscheinung sichergestellt, wogegen Hildebrand über die Turgeszenzverhältnisse von *Cyclanthera*-Früchten überhaupt keine Angaben bringt, vielmehr (in dem früher angeführten Zitat) die Spannung ausdrücklich durch Wachstum zustande kommen läßt. Daß Jost in der Sache selbst recht hat, ergibt sich erst aus meinen später zu beschreibenden Versuchen. Freilich war es von vornherein äußerst unwahrscheinlich, daß die tatsächlich bestehende hohe Spannung durch die Wachstumsenergie der sehr zartwandigen Zellen der Schwellschichte zustande komme, wie es auch wenig glaubhaft ist, daß die Wellung der Wände durch das gehemmte Bestreben der Zellen, in die Länge zu wachsen, zustande komme. Bei den anderen von ihm untersuchten Objekten, bei *Oxalis* (p. 237), *Impatiens* (p. 239) und *Cardamine* (p. 240) erklärt auch Hildebrand die auftretende Spannung als Turgeszenzerscheinung, auch bei *Momordica Elaterium* scheint er eine solche anzunehmen (p. 244/45) und nur bei *Cyclanthera* macht er eine Ausnahme. Außer den eben besprochenen Angaben Hildebrand's sind mir keine Beobachtungen über diese Frage bekannt geworden. Ich kann daher gleich mit der Besprechung meiner Ergebnisse beginnen.

1 L. c., p. 505.

2 L. c., p. 563.

Zunächst brachte ich reife, eben aufgesprungene und stark turgeszierende Früchte in 3%-Kalisalpeterlösung, dann, als diese keinerlei Wirkung zeigte, in eine 4%-Lösung des genannten Salzes. In dieser wurden die Bauch- und Seitenwände der Früchte alsbald völlig schlaff und streckten sich gerade, ohne aber die in der geschlossenen Frucht besonders an der Bauchwand deutliche Krümmung wieder einzunehmen. Die zurückgerollte Klappe zeigte noch keine Veränderung. Nun wurden aufgesprungene Früchte in einer 5%-Kalisalpeterlösung durch 15 Minuten belassen. Nach Ablauf dieser Zeit waren die Rückenwände immer noch eingerollt, aber sie setzten jetzt dem Aufrollen mit der Hand einen viel geringeren Widerstand entgegen wie früher. Bei der eben aufgesprungenen Frucht ist eine solche Rückkrümmung normalerweise fast undurchführbar, da in der Regel die Klappe eher bricht, als sie sich in ihre ursprüngliche Lage zurückbringen läßt. Erst bei Verwendung einer 6%-Lösung tritt, und zwar sehr rasch, die Plasmolyse ein, wobei sich die Rückwand aufrollt und gerade streckt. Die ursprüngliche, konvexe Krümmung, wie sie in der geschlossenen Frucht besteht, wird ebenso wie an den übrigen Wandteilen nicht mehr erreicht, und zwar auch dann nicht, wenn man konzentrierte wässerige Kalisalpeterlösung einwirken läßt. Aus dem Gesagten geht bereits mit Bestimmtheit hervor, daß *das Aufspringen der Früchte eine Erscheinung ist, die durch hohe Turgeszenz der inneren Partien der Fruchtwand zustande kommt, daß aber in der geschlossenen Frucht auch noch andersartige Spannungen bestehen, die nicht osmotischer Natur sind*, Spannungen, welche es verhindern, daß in gänzlich plasmolysierten Früchten die Wände ihre ursprüngliche Form wieder annehmen.

Nach diesen Beobachtungen an der ganzen Fruchtwand galt es nun, die Spannungsverhältnisse ihrer einzelnen Gewebe zu studieren. Vor allem waren jene zwei Gewebe ins Auge zu fassen, denen die Hauptfunktionen beim Öffnungsmechanismus zukommen müssen, nämlich die Schwellschichte und das Kollenchym. Daß die Schwellschichte ihren Namen mit Recht erhalten hat, geht schon aus den beschriebenen Versuchen

hervor, welche erkennen lassen, daß auf der Innenseite der Rückenwand ein kräftiges, durch Turgor bewirktes Ausdehnungsbestreben herrscht. Ebenso ist klar, daß das subepidermale Kollenchym das mechanische Widerlager der Schwellschichte in der geschlossenen Frucht bildet. Darum ist es auch an der Rückenwand, welche, wie wir gesehen haben, die stärkste Spannung aufweist, am kräftigsten entwickelt. Um die Spannungsverhältnisse dieser beiden Gewebe isoliert zu prüfen, war es nur notwendig, aus reifen Früchten entsprechende Lamellen herauszuschneiden. Zunächst wurde an noch geschlossenen Früchten das Kollenchym der Rückenwand teilweise abgetrennt. Es geschah dies derart, daß mittels eines scharfen Skalpells von der Fruchtspitze an in entsprechender Tiefe ein Oberflächenschnitt bis über die Mitte der Rückenwand geführt wurde. Der so isolierte, nur aus Epidermis und Kollenchym bestehende Streifen streckte sich schon während des Schneidens gerade und verkürzte sich beträchtlich. Daraus geht hervor, daß sich das Kollenchym in der geschlossenen Frucht in elastischer Zugspannung befindet, welche größer ist als jene, die durch den Turgordruck in diesen Zellen hervorgerufen wird, eine Spannung, die durch das starke Ausdehnungsbestreben der inneren Schichten zustande kommt.

Der Umstand, daß sich isolierte Kollenchymlamellen gerade strecken, erklärt auch, warum sich die gänzlich plasmolysierten Wände der Frucht nicht einkrümmen, sondern gerade bleiben: nach Aufhebung des Turgors ist für die Lage der Wände das Verhalten ihrer festesten Elemente, der Kollenchymzellen, bestimmend. Für den Schleudermechanismus ist das Auftreten fester, in starker Spannung befindlicher Zellen auf der Außenseite von großer Bedeutung, denn es wird dadurch die Schnellwirkung wesentlich erhöht. Beim Aufspringen der Frucht summiert sich ja das Kontraktionsbestreben des Kollenchyms mit dem Expansionsbestreben der Schwellschichte. Gewisse Beobachtungen scheinen mir ferner dafür zu sprechen, daß dem Kollenchym beim Öffnen der Frucht noch eine weitere wichtige Aufgabe zukommt. Betrachtet man nämlich mediane Längsschnitte durch die Spitze der Frucht unter dem Mikroskop,

so sieht man folgendes: Die Spitze der Frucht wird durch eine Narbe gebildet, welche durch das Abfallen des Griffels von der reifenden Frucht zustande kommt. Diese Narbe wird ringsum von den Zellen der Epidermis, dann von denen des Kollenchyms umschlossen, welche hier frei endigen. Zwischen den beiderseitigen Kollenchymstreifen findet man am Längsschnitte das großzellige grüne Parenchym der Fruchtwand, welches auf der der Rückenwand zugekehrten Seite ziemlich mächtig ist und die zahlreichen Gefäßbündelelemente einschließt, welche ursprünglich in den Griffel führten. Gegen die Bauchwand zu ist die Parenchymschichte viel schmäler. Sie besteht aus wenigen, unter dem Kollenchym liegenden Zellagen, an welche sich nach innen zu ein Streifen von Zellen anschließt, welche sich im Zustande völliger Degeneration befinden. Diese Zellen sind durch ihre kollabierten Wände und den gänzlichen Stärkemangel sofort vom übrigen Parenchym zu unterscheiden; sie bilden jenen Streifen, in welchem die Loslösung der Placenta von der Bauchwand vor sich geht und reichen in ganz reifen Früchten bis an die Oberfläche der Narbe. An solchen Früchten, die knapp vor dem Aufspringen stehen, sieht man dann, daß die Kollenchymschichten, ihrer Spannung folgend, sich mehr oder minder nach außen zurückschlagen, dabei die ihnen fest anhaftenden Gewebe mitziehen und so das Auseinandertreten der Wände an jener Stelle bewirken, wo das beschriebene Trennungsgewebe liegt. Die Bildung der ersten Lücke geht also an der Griffelnarbe vor sich und scheint direkt durch die Spannung des Kollenchyms bewirkt zu werden. Die Turgeszenzverhältnisse der Kollenchymzellen wurden nicht bestimmt. Sicher ist, daß ihr Turgor geringer ist als der des Schwellgewebes, sonst könnte die durch letzteres bedingte elastische Spannung an freigelegten Lamellen nicht zurückgehen. Die Feststellung dieser Tatsache genügt für die vorliegende Untersuchung; eine genaue Bestimmung des osmotischen Druckes, der in diesen Zellen herrscht, wäre wegen der bedeutenden Länge derselben nur schwer ausführbar.

Nunmehr sollen die Turgeszenzverhältnisse des Schwellgewebes zur Sprache kommen. Isolierte Lamellen desselben krümmen sich schon während des Schneidens mit großer

Energie zurück. Zur Bestimmung des osmotischen Druckes mit Hilfe der plasmolytischen Methode bei mikroskopischer Beobachtung wurden nicht zu dünne Längsschnitte aus median halbierten, reifen Früchten hergestellt, nachdem vorher das Kollenchym und ein Teil des grünen Parenchyms an der betreffenden Stelle entfernt worden war. Die Beobachtung an Schnitten durch noch nicht aufgesprungene Früchte ist deshalb vorzuziehen, weil hier in die sich beim Ausdehnen des Schwellgewebes vergrößernden Intercellularen der Zellsaft der angeschnittenen Zellen eintritt, wogegen in aufgesprungenen Früchten die Intercellularen lufterfüllt sind, was die Beobachtung sehr erschwert. An den in angegebener Weise hergestellten Schnitten findet man stets zahlreiche intakte Zellen, und zwar in Längsansicht, an welchen folgende Bestimmungen leicht vorgenommen werden können. Zunächst wurden die Schnitte in Wasser betrachtet, wobei die Zellen das in Fig. 3 und 5 dargestellte Aussehen zeigen. Hierauf wurde an solchen Stellen der Präparate, welche mehrere intakte Zellen deutlich erkennen ließen, die Längs- und Querdurchmesser der letzteren mikrometrisch bestimmt, dann bei fortwährender Beobachtung Kalisalpeterlösungen verschiedener Konzentration zugesetzt und unter dem Deckglase durchgezogen. Eine 3%-Lösung ließ keinerlei Einwirkung erkennen, bei Verwendung von 4%-Lösung zeigte sich in einigen Präparaten die erste Spur einer Verkürzung der Zellen, in anderen trat eine solche erst in 4·5%-Lösung ein. Bei einer 5%-Lösung schritt die Kontraktion der Zellen weiter fort, erst eine 6prozentige konnte aber Plasmolyse bewirken, und zwar nach weiterer Volumabnahme. Diese mikroskopischen Befunde stimmen mit den früher mitgeteilten makroskopischen bestens überein: die völlige Entspannung des Gewebes erfolgt erst bei Zusatz einer 6%-Kalisalpeterlösung. Unter dem Mikroskop erkennt man, daß sich dabei die Zellen des Schwellgewebes in der Längsrichtung sehr ausgiebig, in der Querrichtung aber nur sehr wenig verkürzen. Nur die Wülste sind an gänzlich plasmolysierten Zellen eingesunken, wodurch die Intercellularen eine ovale Form erhalten (Fig. 4). Zahlreiche Messungen ergaben, daß sich die Zellen sehr regelmäßig um 25% ihrer ursprünglichen Länge

kontrahieren, so daß sie schließlich nur zirka drei Viertel ihres ursprünglichen Volumens besitzen. Die Zellwände sind also in ihrer Längsrichtung, nicht aber auch in ihrer Querrichtung, in hohem Maße elastisch dehnbar. Allerdings darf man die großen Volumunterschiede der Zellen in der geschlossenen und offenen Frucht nicht auf diesen Faktor allein zurückführen. Vielmehr ermöglicht die eigentümliche blasebalgartige Konstruktion der Zellen an sich schon Veränderungen im Volumen. Denken wir uns eine Zelle, die, ihren Spannungsverhältnissen folgend, die in Fig. 3 abgebildete Gestalt angenommen hat, der Länge nach zusammengedrückt, so erkennen wir, daß sie einem solchen Drucke leicht nachgeben kann, indem die Ansatzstellen der Wülste tiefer und in spitzeren Winkeln in das Lumen der Zelle einspringen und die Wülste selbst eine stärkere Krümmung erfahren. Diese Verhältnisse lassen sich in der geschlossenen Frucht tatsächlich beobachten. Wir können uns von ihnen leicht überzeugen, wenn wir reife Früchte in Alkohol fixieren und Längsschnitte durch das Schwellgewebe anfertigen. Dabei ergibt sich zunächst, daß das fixierte Gewebe beim Schneiden keine Ausdehnung mehr erfährt, ferner daß die Zellen durchwegs kürzer sind als in der aufgesprungenen Frucht und daß die stärker gewölbten Wülste mit ihren Ansatzlinien viel tiefer einschneiden (Fig. 6). Man erkennt aber auch, daß die Membranen dicker und die Glieder der Zellen kürzer sind als in der offenen Frucht. Die blasebalgartige Konstruktion in Verbindung mit der hohen Elastizität der Wände ermöglicht es also, daß die Zellen des Schwellgewebes in der geschlossenen Frucht auf einen so engen Raum zusammengedrängt sind und beim Öffnen derselben ihr Volumen so ausgiebig vergrößern. Es muß demnach die Schwellschichte als ein seiner Funktion bestens angepaßtes Bewegungsgewebe bezeichnet werden.

Wollen wir nun aus dem Mitgeteilten den im Schwellgewebe herrschenden osmotischen Druck bestimmen, so stehen uns dafür zwei Wege offen. Wir berechnen ihn nämlich entweder aus jener Konzentration der Lösung, welche die erste Spur einer Verkürzung der Zellen bewirkt oder mit Hilfe der Lösung, welche die Plasmolyse herbeiführt. In letzterem Falle müssen wir natürlich die Volumabnahme der Zellen mit in

Rechnung ziehen. Wir haben gehört, daß eine 4 bis 4·5%-Kalisalpeterlösung eine eben merkliche Verkürzung der Zellen zur Folge hat; daraus ergibt sich,[1] daß im Schwellgewebe ein osmotischer Druck von 14·0 bis 15·75 Atmosphären besteht, also ein Druck, der doppelt so groß ist als jener, den Eichholz[2] für das Schwellgewebe von *Impatiens* bestimmte (7·5 Atmosphären). Die Bestimmung des Druckes auf die zweite angegebene Weise muß folgendermaßen vorgenommen werden.[3] Wie früher erwähnt, führt eine 6%-Kalisalpeterlösung zur Plasmolyse, nachdem sich die Zellen um ein Viertel ihres ursprünglichen Volumens verkleinert haben. Infolge dieser Volumabnahme herrscht in den Zellen eine entsprechend — also um ein Viertel — größere Konzentration der osmotisch wirksamen Stoffe als in den normalen Zellen; somit ist auch der osmotische Druck in den verkürzten Zellen um ein Viertel größer als in den normalen. Da die isosmotische Lösung für die kontrahierten Zellen, wie mehrfach erwähnt wurde, eine 6%-Kalisalpeterlösung ist, muß die Konzentration der für die unverkürzten Zellen isosmotischen Lösung um ein Viertel geringer sein, also 4·5% betragen. Diese Zahl stimmt mit der früher ermittelten bestens überein, sie entspricht dem angegebenen oberen Grenzwerte von 15·75 Atmosphären.

Es bleiben jetzt noch die Spannungsverhältnisse derjenigen Fruchtwandteile zu besprechen, welchen das Schwellgewebe fehlt und welche sich beim Aufspringen der Frucht wohl stark nach auswärts wenden, ohne sich aber einzurollen. Das Kollenchym befindet sich auch hier in starker Zugspannung und verkürzt sich, wenn es durch entsprechende Oberflächenschnitte isoliert wird, unter Geradestreckung. Intakte Zellen des grünen Parenchyms zeigen an entsprechenden Schnitten unter dem Mikroskop bei Zusatz von 3%-Kalisalpeterlösung noch keinerlei Veränderung. Eine 4%-Lösung

---

1 Vgl. W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., Leipzig 1897, Bd. I, p. 128/129.

2 L. c., p. 563.

3 Vgl. L. Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, II. Aufl., Jena 1908, p. 499.

bewirkt schon starke Plasmolyse, ohne daß dabei eine erhebliche Kontraktion der ganzen Zelle eintritt. Der in diesem Gewebe herrschende osmotische Druck entspricht also zirka 3·5%-Kalisalpeterlösung oder 12·25 Atmosphären. Er ist demnach geringer als der des Schwellgewebes und ein wichtiger Unterschied liegt darin, daß den Zellen des Parenchyms die große Elastizität der Membranen, welche das Schwellgewebe auszeichnet, fehlt. Daher erfolgt, wie auch die makroskopischen Beobachtungen lehrten, bei Zusatz von 4%-Lösung schon gänzliche Entspannung.

Betrachten wir schließlich die Spannungsverhältnisse der Frucht und ihr Aufspringen im Zusammenhange, so können wir folgendes sagen. Die Innenseiten der Fruchtwände besitzen zur Zeit der Reife ein starkes, durch osmotischen Druck hervorgerufenes Ausdehnungsbestreben. Diesem dient als Widerlage ein überall unter der Epidermis auftretendes Kollenchym, das sich in der geschlossenen Frucht in elastischer Zugspannung befindet. Diese Spannung führt dazu, daß zunächst an jener Stelle der Frucht, an welcher der Gewebeverband unterbrochen ist, nämlich an der Griffelnarbe, eine Lücke entsteht. An dieser Narbe endigen nämlich die Kollenchymzellen frei und jener Streifen zugrunde gehender Parenchymzellen, der die Placenta von der Bauchwand trennt, reicht bis an diese Stelle. Dies ist auch der Grund, warum gerade ein Druck auf die Spitze der Frucht (die Griffelnarbe) den Schleudermechanismus am leichtesten auslöst. Das weitere Aufreißen der Frucht soll dann nach Hildebrand (l. c., p. 242/43) »nicht an einer ganz bestimmten, durch besonderen anatomischen Bau ausgezeichneten Linie stattfinden, sondern nur in einer durch die Form der ganzen Frucht bedingten Richtung«. Diese Angabe kann ich nur zum Teil bestätigen. Die Aufrißlinie ist nämlich nach meinen Untersuchungen sehr genau vorgezeichnet, sie entspricht vollkommen den seitlichen Begrenzungen des Schwellgewebes, d. h., die sich nach rückwärts umschlagende und einrollende Klappe ist ebenso breit als die Schwellschichte. Überdies trennen sich, wie entsprechende Beobachtungen an aufgesprungenen Früchten lehren, die Epidermis- und die Kollenchymzellen wenigstens im obersten Teile der Frucht in

ihren Mittellamellen, sie weichen hier also unbeschädigt auseinander; erst weiter unten geht dann der Riß mitten durch die Zellen. Ob eine vorbereitende Auflösung der Mittellamellen erfolgt, konnte ich nicht entscheiden. Die starke Einrollung der Rückenwand wird durch die ungewöhnliche Dehnbarkeit der Zellwände des Schwellgewebes ermöglicht. Jener Teil dieses Gewebes, welcher die zwischen Rückenwand und Placenta gebildete Ecke ausfüllt, bewirkt, daß dieser in der geschlossenen Frucht spitze Winkel sich in der geöffneten zu einem rechten oder auch stumpfen erweitert. Dadurch wird die auf die Samen wirkende Schnellkraft ersichtlich erhöht und die Schnellbewegung jener ähnlich, die man mit dem Daumen und eingebogenem Zeige- oder Mittelfinger ausführt. Die Auswärtskrümmung der Bauch- und Seitenwände erfolgt in den durch die Form der Frucht bedingten Richtungen. Wegen der geringen Elastizität der Wände des hier als Schwellgewebe fungierenden Parenchyms kann es zu einer Umrollung nicht kommen.

Die Frage, welche Stoffe den hohen osmotischen Druck besonders des Schwellgewebes herbeiführen, konnte wegen des eingangs erwähnten Zugrundegehens des Materials nicht entschieden werden.

Erklärung der Abbildungen.

Cyclanthera explodens.

Fig. 1. *a* medianer Längsschnitt, *b* medianer Querschnitt durch die reife Frucht. Natürl. Größe, etwas schematisch. Das Schwellgewebe ist dunkel gehalten.

Fig. 2. Querschnitt durch das Kollenchym der Rückenwand. Vergr. 230.

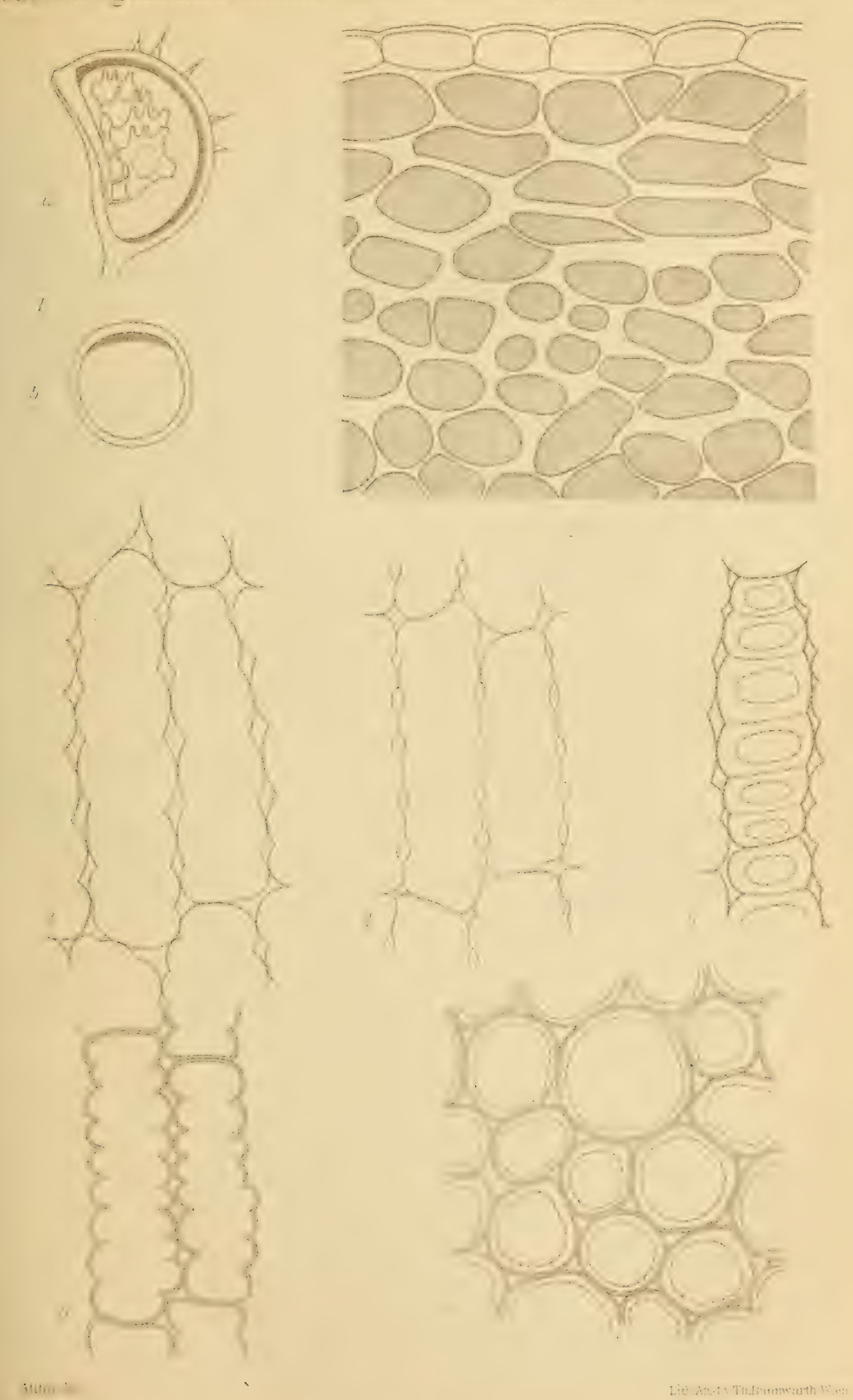
Fig. 3. Zwei intakte, turgeszente Zellen des Schwellgewebes aus einem Längsschnitte durch eine reife, noch nicht aufgesprungene Frucht. Optische Längsansicht, Vergr. 230.

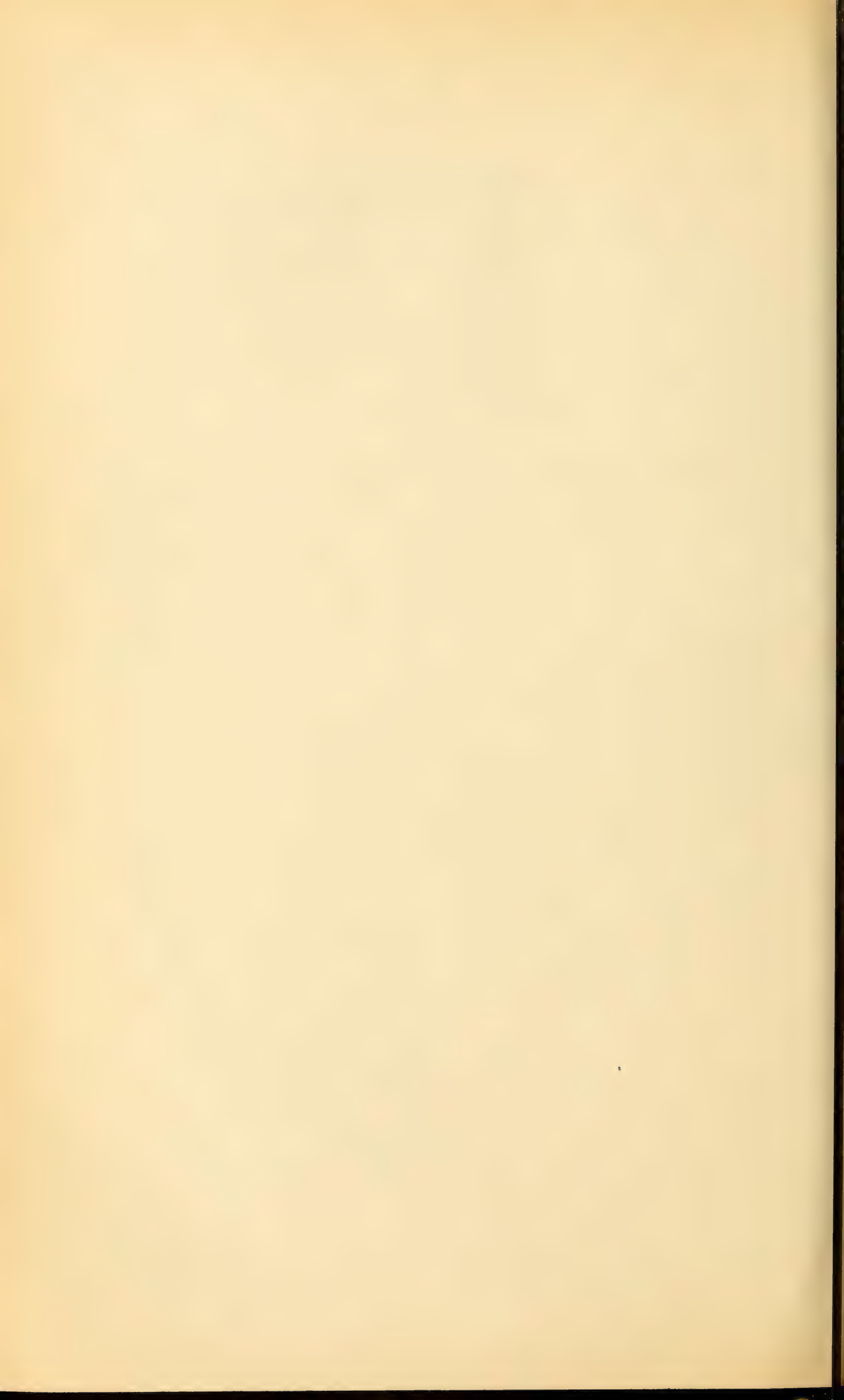
Fig. 4. Dieselben Zellen nach erfolgter Plasmolyse durch 6 $^0/_0$-Kalisalpeterlösung. Vergr. 230.

Fig. 5. Oberflächenansicht einer turgeszenten Zelle des Schwellgewebes. Die gestrichelten Querlinien geben die Einschnürungsstellen der Zellwand an, die gestrichelten Ovale die Ansatzstellen der darüber liegenden Zelle. Vergr. 230.

Fig. 6. Optischer Längsschnitt durch zwei Zellen der Schwellschichte aus einer reifen, vor dem Aufspringen in Alkohol fixierten Frucht. Vergr. 230.

Fig. 7. Querschnitt durch das Schwellgewebe. Alkoholmaterial wie früher. Die gestrichelten Linien geben die bei tieferer Einstellung erscheinenden Einschnürungen der Membran an. Vergr. 285.





SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. IV. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.



Cytologische Untersuchungen an den Rostflecken des Getreides und die Mycoplasmatheorie J. Eriksson's

von

Franz Zach,

k. k. Realschulprofessor in Wien.

(Mit 2 Tafeln.)

Vorgelegt in der Sitzung am 21. April 1910.

In meinen Arbeiten über Wurzelpilze[1] ist es mir gelungen zu zeigen, wie eine ganze Reihe von Pflanzen sich eines eindringenden Pilzes zu erwehren vermag, indem ihre Wurzelzellen die eingedrungenen Hyphen verdauen und unter Bildung charakteristischer Exkretkörper auflösen, wobei allerdings das Plasma der Zellen früher oder später meist ebenfalls zugrunde geht. Ich habe im Anschluß an die gleichen Verhältnisse im Tierreiche ebenso wie Noël Bernard[2] von einer Phagocytose gesprochen.

Als dann in der Folge die Untersuchungen auch auf oberirdische Organe ausgedehnt wurden, fanden sich in gewissen Fällen pilzparasitärer Erkrankung auch in diesen wieder jene eigentümlichen Körper, die immer auf abgelaufene phagocytische Prozesse hinweisen, so unter anderen in dem von *Aecidium elatinum* (*Melampsora Caryophyllacearum* [DC.] Schröt.) erzeugten Tannen-Hexenbesen, in pilzbefallenen

[1] F. Zach, Studie über Phagocytose in den Wurzelknöllchen der Cycadeen. Österr. Botan. Zeitschrift, Jahrg. 1910. Daselbst weitere Literatur.

[2] Noël Bernard, Remarques sur l'immunité chez les plantes. Bulletin de l'Institut Pasteur, Tom. VII., 1909.

Kiefernnadeln u. dgl. und auch in den Zellen der Getreiderostflecke, so daß auch hier eine Phagocytose vorausgesetzt werden durfte.

Es konnte angenommen werden, daß im Falle des Zutreffens dieser Vermutung eine gerade von dieser neuen Auffassung ausgehende Bearbeitung des Rostes einen weiteren Schritt zur Klärung der ganzen Rostfrage bedeuten könnte, speziell was die sogenannte Mycoplasmatheorie (J. Eriksson) anbelangt. Und nicht nur ein tieferer Einblick in das Wesen der Rostkrankheit selbst war vielleicht davon zu erwarten, sondern allgemein ein besseres Verständnis einer pilzparasitären Erkrankung überhaupt.

Es wurde also die Untersuchung der cytologischen Verhältnisse in den Rostflecken der Getreidepflanzen neuerdings aufgenommen. Während bisher hauptsächlich immer nur die ersten Infektionsstadien Gegenstand des Interesses gebildet hatten und das Studium der weiteren Schicksale der Zelle und des intracellularen Pilzanteiles so ziemlich vernachlässigt worden war, wurden jetzt nur ausschließlich ältere Stadien berücksichtigt.

Bevor die eigenen Befunde besprochen werden, sollen in Kürze die Ergebnisse der wichtigsten bisherigen Forschungen zur Darstellung gelangen.

Bekanntlich erklärt sich J. Eriksson aus einer Reihe von Gründen im Gegensatze zur Infektionstheorie, der er nur eine untergeordnete Bedeutung beimißt, das Auftreten des Getreiderostes durch einen inneren, im Samen vererbbaren Krankheitskeim, den er Mycoplasma[1] nennt (zuerst 1897 beschrieben). Er beschreibt es als »ein mehr oder weniger trübes Plasma von sehr eigentümlicher Natur«, das bald das ganze Zellumen, bald nur einen Teil desselben ausfüllt, und betrachtet es als »ein inniges Gemisch von gewöhnlichem Zellprotoplasma und Pilzplasma«. Es führt anfänglich im Plasma des Keimes und der daraus entstehenden Getreidepflanze als harmloser Gast ein latentes Leben, tritt aber später, wenn sich die äußeren Ver-

[1] Prof. Dr. Jakob Eriksson, Der heutige Stand der Mycoplasmafrage. Zeitschrift für den Ausbau der Entwicklungslehre, Bd. I, Heft 3, 1907.

hältnisse hiefür günstig erweisen, knapp vor Bildung der Rostpusteln in ein sichtbares Stadium, wobei es unter Lösung dieses innigen, mit dem Wirtsplasma eingegangenen symbiotischen Verhältnisses eine Reihe interessanter Entwicklungsstadien durchmacht. Zunächst erfolgt eine Invasion von Pilzplasma in den Kern, welcher dann unter starker Hypertrophie allmählich sein Netzwerk verliert und »gleichsam getrennte, unregelmäßig geformte Chromatinklumpen« aufweist und auch insofern ein verändertes Verhalten zeigt, als er mit Färbung nach Flemming violett wird. Es ist ein auf dem Gerüste des vorherigen Kernes aufgebauter Pilzkörper geworden. Gleichzeitig scheint oft das ihn umgebende Plasma weniger trüb zu sein.

Nach diesem parasitischen Angriff auf den Kern beendet das Pilzplasma sein Ruhestadium und tritt nun in das Reifestadium ein. Der kernähnliche Pilzkörper löst sich jetzt allmählich auf, und zwar im allgemeinen einseitig, wobei sein Nukleolus in das umgebende, sich jetzt wieder etwas stärker trübende Zellplasma einwandert. Schließlich schwindet der Körper vollständig und es entstehen im Plasma gleichzeitig andere Nukleolen, 5 bis 10 in jeder Zelle, und von recht schwankender Größe, jeder von einem hellen Lichthof umgeben, in dem man bei sehr starker Vergrößerung weit getrennte radiale Stränge wahrnehmen kann. Eriksson nennt sie Plasmanukleolen und hält sie für Zentren der »Stoffanhäufung« und der »Entwicklungsenergie« des Pilzes.

Manchmal scheint die Auflösung des Körpers anders vor sich zu gehen. Es kommt keine Nukleolenbildung zustande, wie eben ausgeführt wurde, sondern der Pilzkörper »scheidet aus seiner stoffreichen Hauptmasse eine oder mehrere, unregelmäßig geformte Portionen aus«, die mit ihrer einen Seite dem Reste des kernähnlichen Körpers ansitzen, aber sich sonst ganz verhalten wie die Nukleolen, deren Rolle sie auch übernehmen.

In anderen Fällen wieder scheinen die »Nukleolenbildung« und die »Kernabschnürung« überhaupt zu unterbleiben, ohne daß der Pilz seine Entwicklungsfähigkeit verliert. Es wäre somit das Nukleolarstadium ein fakultatives zu nennen.

Das Reifestadium muß von sehr kurzer Dauer sein, da man es nicht häufig antrifft. Am Ende desselben wandert das Mycoplasma in die Intercellularräume ein, indem es sich durch die feinsten, dem Auge nicht sichtbaren Wandporen in dieselben ergießt, um dort zuerst eine aus nackter Pilzsubstanz bestehende Art Protomycel zu bilden, aus dem dann das definitive Mycel hervorgeht. Die in der Zelle vorhandenen Mycoplasmapartien sind rundlich oder hutförmig oder unregelmäßig langgezogen, oft mittels eines Fadens mit der Zellwand verbunden und machen dann den Eindruck eines jungen Uredineehaustoriums. Eriksson nennt sie endogene Haustorien oder Endohaustorien.

Das ist in Kürze die Mycoplasmatheorie, zu der der Autor mit großem Arbeitsaufwand eine Summe durchaus richtigen Tatsachenmateriales zusammengetragen hat. Mit welchem Recht er aber diesen Beobachtungen die angeführte Deutung gegeben und welchen Wert diese Theorie hat, wird aus den folgenden Ausführungen hervorgehen.

Sie wurde auch bald nach ihrem Erscheinen als der bisherigen Erfahrung gar zu sehr widersprechend von einer Anzahl berufener Forscher entschieden abgelehnt, vor allem von H. Zukal, H. Klebahn, H. Marshall Ward, H. L. Bolley und anderen.

So fand H. Zukal[1] 1899 an Gerste in Zellen, deren Chlorophyll mißfarben geworden war, einen Parasiten, der rasch heranwuchs und zuletzt die ganze Zelle erfüllte, den er aber zu den Myxomyceten rechnete. Später sah er auch die »kugeligen, von einer derben, aber glatten Haut eingeschlossenen und von zwei weitabstehenden sekundären Hüllhäuten umgebenen Sporocysten«.

In anderen Zellen beobachtete er wieder bald vereinzelt, bald in großen Mengen die ganze Zelle erfüllend, Bakterien in Form von plumpen Stäbchen, die später allerlei Involutionsformen bildeten und die er auch für Parasiten hielt.

[1] Prof. Hugo Zukal, Untersuchungen über die Rostpilzkrankheiten des Getreides in Österreich-Ungarn (I. Reihe). Diese Sitzungsber., Bd. 108, Abt. I, 1899.

Im Jahre 1900 wies H. Klebahn[1] auf die Ähnlichkeit der eigentümlichen Körperchen Eriksson's mit Haustorien hin, hielt es aber nicht für recht möglich, daß Eriksson die Haustorien nicht erkannt hätte. Klebahn, der Gelbrostlager am Weizen untersuchte, schreibt diesbezüglich: »Obgleich die Zellinhaltsbestandteile gut konserviert waren und sich gut färbten, habe ich bisher nichts finden können, worauf ich Eriksson's Angaben beziehen könnte, es sei denn, was ja aber kaum anzunehmen ist, daß Eriksson die Haustorien als solche nicht erkannt hätte. Diese bilden tatsächlich in der Regel längliche, gerade oder sichelförmig gebogene Körperchen und finden sich ,einzeln oder zu mehreren' in den Zellen. Auch sind sie ,plasmatisch', d. h. bis auf eine kleine Vakuole und den durch Färbung nachweisbaren Zellkern ganz mit Protoplasma gefüllt. Sie kommen aber auch kugelig und unregelmäßig mit kleinen Aussprossungen vor und haben natürlich stets eine Membran. Ihre Länge schwankt zwischen 2 und 10, ihre Dicke zwischen 2 und 4 μ. Eriksson gibt von seinen Körperchen keine Maße an. Die Haustorien sind durch einen sehr dünnen, oft bis 4 μ langen Faden, der die Membran der Nährzelle durchbohrt, mit den außerhalb liegenden Hyphen verbunden. Da man diesen Faden nicht bei jeder Schnittlage sieht, so scheinen die Haustorien manchmal ,im Protoplasma ganz frei umherzuschwimmen'«.

Eingehende Untersuchungen über die Infektion und die Bildung der Haustorien wurden dann im Jahre 1903 von H. Marshall Ward[2] veröffentlicht. Er kam zu ähnlichen Resultaten wie H. Klebahn. Die Entwicklung des Haustoriums erfolgt in der Weise, daß sich die Hyphe an die Zelle anlegt und einen sehr dünnen Faden in dieselbe entsendet, der dann an seinem distalen Ende, in dem er auch einen Kern erkennen läßt, kugelig anschwillt. Oft wächst dann der Kopf des Haustoriums aus in ein unregelmäßig gebogenes oder wurmförmiges

[1] H. Klebahn, Beiträge zur Kenntnis der Getreideroste. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Bd. X, 1900.

[2] H. Marshall Ward, On the Histology of Uredo dispersa Erikss., and the »Mycoplasm« Hypothesis. Philos. Transact. Roy. Soc. London. Ser. B. Vol. 196, 1903.

oder unregelmäßig gelapptes und verästeltes Gebilde oder er nimmt die Form eines Hammers oder einer Zunge an. Öfters zeigen die Haustorien auch eine eigentümlich gezahnte Umgrenzung, indem an ihnen eigenartige Papillen auftreten, die sich aber der Autor nicht erklären kann. Derselbe berichtet dann noch von einer anderen interessanten Beobachtung, der er aber leider nicht weiter nachgegangen ist, daß nämlich ältere Haustorien während der Präparation häufig anschwellen und oft von einem gelatinösen Hof umgeben sind. Er schreibt diesbezüglich unter anderem p. 39: »In many cases the young haustorium is surrounded with a sort of halo, of some substance which may be gelatinous in nature (figs. 20 and 40), and is possibly due to alterations in the protoplasm of the cell pushed before it«. Dann weiter p. 40: »In certain stages the older haustoria swell up during preparation, and may even assume a globular distendend form, well seen in fig. 12. Finally, young haustoria occasionally show a curious toothed outline due to minute stainable papillae on the surface. This is just visible in fig. 16, but is often much more pronounced. I cannot explain these papillae, unless they are the remains of the investing gelatinous halo seen on haustoria which have just penetrated the cell (figs. 37 and 41).

Ich bin nun bei der Darstellung der eigenen Beobachtungen angelangt.

Zur Untersuchung kamen Blätter und Halme von Korn, die mit Uredomycel von *Puccinia graminis* Erikss. et Henn. und *Puccinia glumarum* Erikss. et Henn. infiziert waren und Uredosporen zur Entwicklung gebracht hatten. Das Schwarzrostmaterial wurde in den Monaten Juli und August 1909 in Hohenfurth (Südböhmen) gesammelt und teils in lebendem Zustand untersucht, teils in Merkel'scher Flüssigkeit fixiert und in 75prozentigem Alkohol aufbewahrt. Das Gelbrostmaterial wurde Ende Juni desselben Jahres von Feldern bei Kagran in der Nähe von Wien entnommen. Es wurde in gleicher Weise fixiert, dann aber, nachdem es einige Wochen in verdünnter Fixierungsflüssigkeit gelegen war, einfach in Wasser aufbewahrt. Diese Behandlungsmethode brachte der Naturtreue der Präparate nicht nur keinen Schaden, sondern hatte noch

den Vorteil, daß sich nun das Material sehr leicht schneiden ließ und gewisse Elemente, wie die Exkretkörper oder die gequollenen Hyphen, die sonst von Alkohol angegriffen und vielfach aufgelöst werden, gut erhalten blieben.

Vom Schwarzrostmaterial wurden Mikrotomschnitte von 5 bis 10 μ Dicke sowie auch Freihandschnitte, vom Gelbrostmaterial nur Freihandschnitte untersucht.

Als recht geeignet zur Färbung der letzteren erwies sich Eosin, stark verdünntes Carbolfuchsin und dann vor allem Anilin-Safranin. Für die Mikrotomschnitte wurde ausschließlich das Ziel'sche Carbolfuchsin verwendet, welches die plasmatischen Zellbestandteile zwar etwas schwächer tingierte (nach Auswaschen mit Alkohol), das aber dafür die intracellular lebenden Hyphen und die Exkretkörper mit umso größerer Deutlichkeit hervortreten ließ.

Von Vergrößerungen wurden bei Anwendung künstlichen Lichtes verwendet: C. Reichert, Obj. Homog. Imm. $^1/_{12}$, Apert. 1·35 und Obj. 8*a*, Ok. 5. Die Figuren wurden mit dem Abbeschen Zeichenapparat entworfen.

Es sollen zunächst die an den Mikrotomschnitten gemachten Befunde besprochen werden.

Da das Wachstum des intercellularen Mycels von der Infektionsstelle aus zentrifugal, etwa in der Form einer in die Länge gestreckten Ellipse vor sich geht, so waren die jüngsten zur Untersuchung kommenden Stadien von vornherein am Rande des Rostfleckes zu erwarten.

Untersucht man dort die Zellen, so findet man neben anscheinend vollkommen gesunden auch solche, in denen zwar die einzelnen Bestandteile, wie die Chlorophyllkörner, noch fast normal erscheinen, in denen aber vielfach ein trübes, sich stark tingierendes Plasma mit verschieden deutlicher fädiger Struktur auftritt (Taf. I, Fig. 2) und deren Zellkern stark hypertrophiert ist. Derselbe färbt sich ebenfalls sehr stark und läßt auch in seinem Innern verzweigte Fäden erkennen, die man wohl für sein Chromatinnetz halten könnte, wenn nicht an ihnen dunkle Anschnitte wahrzunehmen wären und sich Fäden beobachten ließen, welche entweder in der Einzahl oder in der Mehrzahl aus ihm heraustreten (Taf. I, Fig. 1 bis 3) und in manchen

Fällen sich bis zur Zellwand hin erstrecken (Taf. I, Fig. 1). Ist das Zellplasma, wie früher angegeben, stark gefärbt, so ist der hypertrophierte Kern von einer hellen Zone umgeben (Taf. I, Fig. 2 und 3). Die beschriebenen Zellen befinden sich wohl in dem Momente, in dem nach Eriksson der Ruhezustand des Mycoplasmas beendet ist und das Reifestadium mit dem parasitischen Angriff auf den Kern begonnen hat.

Anfänglich schwach und schwer zu erkennen, werden die Fäden des Kernes immer dicker und deutlicher und treten jetzt gut unterscheidbar als Pilzhyphen hervor (Taf. I, Fig. 2). Gleichzeitig wird sein Nukleolus dem Anscheine nach aufgelöst. Daß es wirklich Pilzhyphen sind, welche das Plasma durchziehen und, in den Kern eingewandert, denselben zur Hypertrophie bringen, und nicht etwa das hypothetische Mycoplasma Eriksson's, geht auch aus der Betrachtung eines etwas älteren Stadiums hervor.

Der Zellinhalt ist da meist schon mehr oder weniger in Zerstörung begriffen; die Chlorophyllkörner sind zwar noch öfter als stärker gefärbte Plasmateile zu erkennen, zeigen aber oft schon Veränderungen, die man am besten als körnige Degeneration mit gleichzeitiger Verquellung wird bezeichnen können. Hierbei verschmelzen sie oft schon zu zusammenhängenden, wandständigen Ketten. Das Plasma hat vielfach die Trübung verloren und färbt sich meist schon schwächer oder gar nicht mehr, wodurch es jetzt die in seinem Innern gelegenen Hyphen, die mit Carbolfuchsin eine intensiv rote Farbe angenommen haben, mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit hervortreten läßt (Taf. I, Fig. 3, 4 und 5). Diese Hyphen weisen durchschnittlich eine Dicke von 1 bis 1·5 μ auf, verästeln sich stark, winden und knäueln sich öfter auf und können so als reichverzweigtes, baumförmiges Hyphengeäst das ganze Zellinnere erfüllen. Daneben gewahrt man natürlich auch abgeschnittene Hyphenteile und des öfteren auch solche, welche aus der Nachbarzelle einzutreten scheinen.

Neben den Hyphen kann man auch die weiteren Stadien des pilzbefallenen Kernes studieren. Die in denselben eingedrungenen Pilzfäden verlieren mit der Zeit wieder ihre Deutlichkeit, sie scheinen zu verquellen, um dann miteinander zu

verschmelzen, so daß sie, wie sie auch Eriksson beschreibt, wie unregelmäßig geformte Chromatinklümpchen aussehen (Taf. I, Fig. 3). In dem Maß, als diese Degeneration fortschreitet, verkleinert der Kern selbst sein Volumen und büßt zusehends seine Struktur ein, bis er schließlich einen vollständig homogenen und amorphen Körper bildet (Taf. I, Fig. 5). Sein Färbevermögen ist jetzt so stark wie das der Hyphen.

Dieser Körper, aus dem zugrunde gegangenen Kerne und dessen verquollenen Hyphen hervorgegangen, ist, da er tot in der Zelle liegen bleibt, als Exkretkörper zu bezeichnen. Ich will ihn Kern-Exkretkörper nennen, weil später auch von anderen noch die Rede sein wird. Er zeigt, da er stark lichtbrechend ist, eine hellere Randzone und weist häufig auf seiner Oberfläche papillenförmige Erhebungen oder fadenförmige, nur sehr schwach gefärbte Fortsätze auf, die nichts anderes als mehr oder weniger unaufgelöste und degenerierte Hyphen sind (Taf. I, Fig. 3). Er liegt meist in der Mitte der Zelle, seltener ist er wandständig.

Häufig, aber bei weitem nicht immer, wie Eriksson es angibt, sind neben dem Kerne noch ein oder zwei andere, meist kugelige Körper zu beobachten, die mit dem exkrementierten Kerne sonst vollständig übereinstimmen und sich nur durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen von ihm unterscheiden (Taf. I, Fig. 2). Wie später gezeigt werden soll, sind das ebenfalls wieder Exkretkörper. Sie treten oft schon zu einer Zeit auf, wenn der Kern noch im Kampfe mit dem Parasiten begriffen ist, so daß es dann aussieht, als habe der Kern seinen Nukleolus ausgestoßen. Es ist zweifellos, daß diese Exkretkörper und ebenso der exkrementierte Kern-Pilzkörper identisch sind mit den Nukleolen, die Eriksson aus dem sich auflösenden Kern in das Zellplasma austreten läßt. Und wenn dieser Autor von weitgetrennten radialen Strängen spricht, die man bei starker Vergrößerung in dem den Nukleolus umgebenden hellen Hof beobachtet, so hat er eben die aus dem Exkretkörper austretenden Hyphen gesehen (Taf. I, Fig. 3).

Der Kern dürfte wohl in der Regel das erste Angriffsobjekt des Pilzes sein, da man ihn schon als Exkretkörper antrifft,

wenn die anderen intracellularen Hyphen noch ganz unverändert erscheinen.

Verläßt man jetzt die Randzone des Rostfleckes und geht man weiter gegen die Mitte desselben, so zeigen die Hyphen eine ganze Reihe von Veränderungen, die schließlich oft bis zu deren vollständigem Verschwinden führen. Diese Veränderungen beginnen damit, daß sie aufquellen, sich stellenweise auftreiben und bauchige oder kugelige Anschwellungen bilden (Taf. I, Fig. 6). Später müssen sie teilweise verflüssigt werden, da sie in kürzere oder längere Äste und bakterienähnliche Stäbchen zerfallen. Dieser Auflösungsprozeß geht schließlich so weit, bis nur mehr oft punktförmige Reste übrig bleiben (Taf. I, Fig. 7).

Neben diesen kleinen, ebenfalls als Exkretkörper anzusprechenden Hyphenresten erscheinen dann endlich noch größere Exkretkörper. Inwieweit dieselben ebenfalls Hyphenreste vorstellen oder, wie später ausgeführt werden soll, aus Plasma und Pilz entstanden sind, läßt sich auf den Mikrotomschnitten nicht immer entscheiden. Sie sind meist kugelig, doch auch unregelmäßig, homogen, kompakt oder vakuolisiert und unterscheiden sich von dem Kern-Exkretkörper, abgesehen von dessen zentraler Lage, immer durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen, ein Unterschied, der dem gewohnten Auge des Beobachters mit genügender Deutlichkeit auffällt. Auf ihrer Oberfläche lassen sie häufig auch noch Hyphen austreten, so daß sie oft wie kugelige Auftreibungen derselben aussehen, oder sie zeigen die Hyphenreste wieder nur mehr als kleine Papillen, wodurch sie die Form morgensternähnlicher Gebilde erhalten (Taf. I, Fig. 8 und 9). Ihre Zahl wächst im allgemeinen mit dem Alter des Stadiums, nimmt aber dann in der Regel ab. Doch können sie sich öfters noch im Zentrum des infizierten Gebietes unter dem Sporenlager und dann manchmal sogar in großer Zahl vorfinden. Sie erscheinen aber durchschnittlich kleiner als auf den Freihandschnitten, was dadurch bedingt ist, daß sie sich in einem gewissen Stadium in Alkohol, durch den sie ja bei der Einbettung geführt werden müssen, mehr oder weniger stark und oft sogar gänzlich auflösen. Da Alkohol auch die Hyphen in einem gewissen Stadium der Quellung zur

Lösung bringen kann, so könnte man vielleicht das allmähliche Verschwinden derselben gleichfalls auf dessen Einwirkung zurückführen. Wenn dies zum Teil auch sicher der Fall ist, so geht doch aus dem Studium der Freihandschnitte hervor, daß die Hyphen selbst unter Einfluß des Wirtsplasmas und später vielleicht auch unter dem des intercellularen Mycels aufgelöst werden.

Man wird nach dem eben Gesagten nicht fehlgehen, unter diesen Körpern, mögen sie nun Hyphenreste vorstellen oder aus Plasma und Pilz hervorgegangen sein, die Eriksson'schen Plasmanukleolen zu sehen. Die Fäden, die von diesen »Plasmanukleolen« zu den feinsten Wandporen führen und durch die das Mycoplasma sich entleeren sollte, sind demnach die in die Zelle eindringenden Hyphenäste oder die Haustorien, wie es auch H. Klebahn und H. Marshall Ward festgestellt haben.

Soweit konnten die Verhältnisse an den Mikrotomschnitten studiert werden. Die hierbei gemachten Beobachtungen werden durch die an den Freihandschnitten angestellten bestätigt und noch erweitert. Es soll nun an der Hand der letzteren versucht werden, die in der infizierten Zelle zwischen Pilz und Wirtsplasma sich abspielenden Vorgänge zu beschreiben.

Mit den in den Zellen eingedrungenen und sich verzweigenden Haustorialhyphen nimmt das Plasma anscheinend in der kürzesten Zeit den Kampf auf, indem es das Hyphengeäste je nach dessen Mächtigkeit in einer oder in mehreren Partien umfließt und einhüllt. Das Plasma ballt sich dabei zu anfangs ganz unbestimmt geformten Klumpen zusammen. Indem sich aber jetzt dieselben immer mehr verdichten, nehmen sie eine immer konkretere Gestalt an, bis sie schließlich etwa kugelig geworden sind. Es dürfte sich bei ihnen um die Eriksson'schen Endohaustorien oder die Mycoplasmakörperchen handeln, die andrerseits H. Klebahn und H. Marshall Ward als die Haustorien des Pilzes beschrieben haben (Taf. II, Fig. 2). Bei fortgesetzter Verdichtung pressen die Ballen die in ihrem Innern befindlichen Hyphen endlich zu einem Knäuel zusammen, wie es in Taf. II, Fig. 1 deutlich zu sehen ist. Die Hyphen sterben hierbei ab, verquellen, verbreitern sich unförmlich (Taf. II, Fig. 1), verschmelzen miteinander zu unregelmäßig

gegitterten Körpern (Taf. II, Fig. 2 und 11), werden zusehends undeutlicher und verschwinden zum Schlusse ganz. Gleichzeitig geht auch das Plasma des Ballens unter der Giftwirkung des Pilzes zugrunde. Der Ballen bildet dann eine gelatinöse, homogene Masse, aus der noch längere oder kürzere, ungelöst gebliebene Hyphen herausstehen. Taf. II, Fig. 2 zeigt alle diese Stadien in einer Weise, wie sie typisch ist für diese Vorgänge. In diesem Zustande sind die Ballen schon von H. Marshall Ward gesehen worden; er spricht dort bekanntlich von einem gelatinösen Hof, der die angeschwollenen Haustorienenden umgibt. Auch H. Zukal dürfte sie beobachtet haben, als er von Myxomyceten berichtet. Selbstverständlich werden nicht alle Hyphen von den Plasmaballen mit einbezogen, sondern nur jene, welche das dichteste Geäste bilden und so den stärksten Reiz auf das Zellplasma ausüben können. Doch werden schließlich auch die freigebliebenen Pilzteile aufgelöst.

Solange die Ballen weich sind, lassen sie keine bestimmte Farbe erkennen, wohl aber sind in ihnen um diese Zeit schon vielfach Vakuolen zu beobachten (Taf. II, Fig. 2). Später erhärten sie und nehmen dabei eine gelbliche bis bräunlichgelbe Farbe an. In dem Maße, als ihre Verfestigung fortschreitet, werden auch die aus ihnen noch herausragenden Hyphen aufgelöst, wobei sich dieselben zum Schlusse noch längere Zeit als papillenförmige Erhebungen auf der Oberfläche der Körper zeigen können (Taf. II, Fig. 2). Es bleiben diese Hyphenteile, wie es ja in der Natur der Sache liegt, manchmal aber auch erhalten und sind dann auch noch an den schon vollständig erhärteten Körpern zu sehen (Taf. II, Fig. 6). Der verfestigte Plasma-Pilzballen bleibt nun als totes Gebilde in der Zelle liegen und stellt somit einen Exkretkörper vor. Vom Kern-Exkretkörper ist er auf den Freihandschnitten nicht zu unterscheiden. Er erweist sich jetzt als ein homogenes, kompaktes oder vakuolisiertes Gebilde von kugeliger, ovaler oder ganz unregelmäßiger Gestalt (Taf. II, Fig. 6 bis 11), das einzeln oder zu mehreren teils in der Zellmitte gelegen ist, teils wandständig auftritt (Taf. II, Fig. 3) und entweder frei in der Zelle zu finden ist oder an verquollenen Pilzfäden im Innern der Zelle aufgehängt erscheint (Taf. II, Fig. 4). Er zeigt eine feine, kon-

zentrische Schichtung, einen eigenartigen matten Glanz und eine auffallend starke Lichtbrechung. Des öfteren beherbergt er in seinem Innern auch noch deutlich erkennbare Hyphenreste (Taf. II, Fig. 6).

Solange die Exkretkörper nicht vollständig erhärtet sind, werden sie von Chloroform und Alkohol angegriffen. Hierbei geht in einem gewissen Stadium die Lösung der Exkretsubstanz charakteristischerweise, wie es schon bei *Alnus* beschrieben wurde, vom Innern des Körpers aus vor sich, bis außen oft nur eine dünne Grenzschichte mehr übrig bleibt. Daraus ergibt sich, daß an Alkoholmaterial sowie an Mikrotomschnitten, welche mehrmals Alkohol passieren müssen, eigentlich immer nur unvollständige Bilder erhalten werden können. Mit zunehmender Verhärtung geht ihre Löslichkeit aber wieder verloren.

Zu den weiteren Eigenschaften der Exkretkörper gehört dann noch ihr intensives Färbevermögen mit Anilin-Safranin, Carbolfuchsin usf. Speziell erweist sich ihre intensive Rotfärbung mit Anilin-Safranin als geeignet, sie mitten aus dem übrigen, ebenfalls in Degeneration befindlichen und sich nur schwach gelblichrot färbenden Zellinhalte heraus kenntlich zu machen.

Bisher wurde der Prozeß in seiner typischen Vollständigkeit geschildert und hiezu selbstverständlich die markantesten Erscheinungen beschrieben. Die Vorgänge spielen sich aber nicht immer so regelmäßig ab.

In manchen Fällen, wenn die Homogenisierung des Plasmaballens nicht mehr gänzlich durchgeführt werden konnte, bildet z. B. der Exkretkörper ein mehr oder weniger kropfartig aufgetriebenes Gebilde, das oft inmitten einer helleren Zone gelegen ist und mittels Färbung noch seine degenerierten Hyphen erkennen läßt. Ist hierbei der von der Zellwand herrührende Haustorialfaden noch vorhanden, dann macht das Ganze den Eindruck eines kropfartig aufgetriebenen Haustoriums (Taf. II, Fig. 5), wie es des öfteren schon beschrieben worden ist, z. B. von W. Magnus bei *Puccinia Xanthii*. Ich denke, daß sich diese als Haustorien gedeuteten Bildungen vielfach auf den angeführten Vorgang werden zurückführen lassen.

Ist der Haustorialbaum allzu mächtig entwickelt, oder, was auch möglich ist, das Zellplasma nicht stark genug, dann kann die Bildung getrennter Ballen unterbleiben und es verhält sich dann das ganze Zellplasma wie ein einziger Ballen und wird auch einheitlich exkrementiert.

Oder das Plasma schreitet zur Ballenbildung, wird aber durch den Pilz vorzeitig getötet, so daß der Verdauungsvorgang mitten in seiner Tätigkeit unterbrochen wird (Taf. II, Fig. 1).

Dann gibt es wieder Fälle, in denen die Bildung der Ballen und der Exkretkörper unterbleibt und die Hyphen, so wie sie sind, aufgelöst werden, ohne daß ein nennenswerter Rückstand zurückbleibt. Die Auflösung beginnt mit einer Fragmentation der Fäden, wodurch diese in längere oder kürzere Stäbchen zerfallen, die bei der Präparation häufig frei werden. Dieselben sind bakterienähnlich und zeigen die bekannten Involutionsformen. Sie sind wohl identisch mit den von H. Zukal beobachteten »Bakterien«. Ähnliches wurde von mir auch schon für die Wurzelknöllchen von *Alnus* und *Elaeagnus* beschrieben.

Im Anschlusse daran mögen auch Verhältnisse besprochen werden, die an gewissen Herbstpräparaten studiert werden konnten, weil man daraus entnehmen kann, wie sehr der Ausgang des Kampfes zwischen Wirtszelle und Pilz von dem jeweiligen Kräftezustand der beiden abhängig ist. Es handelt sich da um junge, im Herbste vom Feld entnommene Kornpflanzen, die mit *Puccinia glumarum* Erikss. et Henn. infiziert waren. Sie machten schon äußerlich den Eindruck der Schwäche. Die Blätter waren in ihrem Grün etwas verblaßt und weniger turgeszent. Die Chlorophyllkörner, klein und vielfach mißfarben, hingen schon oft in Kettenform miteinander zusammen.

An daraus angefertigten Freihandschnitten erwies sich immer der Inhalt der infizierten Zellen bis auf einige abgestorbene, wandständige Reste vollständig aufgelöst. Exkretkörper fehlten fast durchgehends und ebenso konnten Plasmaballen nur in relativ seltenen Fällen beobachtet werden. Dagegen fanden sich in diesem flüssigen Zellinhalte suspendiert immer größere oder kleinere Hyphenfragmente, die oft in molekularer Bewegung begriffen waren. Selbst ganz unversehrt

aussehende Hyphen mit ihren Abzweigungen und mit deutlichem Lumen waren nicht selten zu sehen. Aber immer waren sie gebräunt und oft auch etwas verquollen. Bemerkenswerterweise zeigten sie die Tendenz, ihre Astenden blasenförmig aufzutreiben, eine bei intracellular lebenden Hyphen sehr häufige Erscheinung.

Der Pilz hat also hier den Zellinhalt des Wirtes zur Lösung gebracht, bevor dieser zu einer ausgiebigen Abwehr hatte schreiten können. Das Wirtsplasma ist dem Angriff des Pilzes vorzeitig unterlegen, dieser hat sich somit als der virulentere Teil erwiesen. Erst später geht dann auch er unter Bräunung seiner Hyphen zugrunde, ohne also mehr vollständig aufgelöst zu werden. Die Einwirkung des Plasmas der Zelle erstreckt sich bloß auf eine leichte Verquellung und eine mehr oder weniger weitgehende Fragmentation der Pilzfäden.

Wie aber die Pflanze den Parasiten nicht mehr in der typischen Weise bewältigen konnte, da sie nicht auf der Höhe ihrer Kraft stand, so war sie auch aus demselben Grunde nicht imstande, ihm die nötige Nahrung zu geben, die er zu seiner kräftigen Entwicklung gebraucht hätte. Die Blätter waren zwar über und über mit kreisförmigen, eng nebeneinander stehenden Uredopusteln bedeckt, ein Beweis, daß der Pilz von Haus aus kräftig genug war, aber das vom Mycel durchwachsene Blattareale reichte nicht über den Rand der Uredopustel hinaus, während doch diese an kräftig wachsenden Sommerpflanzen nur einen kleinen Teil des Rostfleckes einzunehmen pflegt. Auch waren die Sporenlager im allgemeinen etwas kleiner als an den Sommerblättern. An den Sporen selbst aber sowie am Mycel konnten trotz genauer Messungen keine bemerkenswerten Größenunterschiede gegenüber denen an Sommerblättern festgestellt werden.

Mit dem eben Gesagten stimmen auch die Beobachtungen H. Klebahn's[1] überein, daß »gerade gesunde und kräftige Individuen leichter und stärker vom Roste befallen werden« als schwächliche, weshalb er zu künstlichen Infektionen unbedingt gut wachsende Pflanzen empfiehlt.

---

[1] H. Klebahn, Die wirtswechselnden Rostpilze. 1904.

Ähnlich lautende Ansichten scheint auch H. Zukal[1] zu haben, wenn er schreibt: »...Ich bin in einzelnen Fällen dieser auffallenden Tatsache nachgegangen und habe gefunden, daß die Anzahl der Pusteln zu der Größe und Ausbreitung des entwickelten Mycels nicht immer in einem geraden Verhältnisse stehe. Eine Getreidepflanze kann sehr stark unter dem Angriff eines Rostpilzmyceliums leiden, trotzdem das letztere nur eine geringe Anzahl von Uredopusteln entwickelt. Ich muß sogar weitergehen und es bezweifeln, ob die Mycelien ein und desselben Rostpilzes ihre Wirtspflanze stets in gleicher Weise schädigen. In einzelnen Fällen erhielt ich den Eindruck, daß die befallenen Getreidepflanzen durch den Rostpilz eher gefördert als geschädigt wurden«.

War in diesem Falle der Pilz der virulentere Faktor, so steht auch die Möglichkeit offen, daß er einmal der schwächere Teil sein könnte, d. h. daß er vorzeitig vom Plasma getötet wird, bevor es ihm noch gelungen ist, dasselbe in Lösung zu bringen. Das Plasma wird wohl ebenfalls infolge Giftwirkung des Pilzes absterben, kann aber vom Pilz nicht mehr als Nahrungsquelle ausgenützt werden, so daß dieser in seinem Wachstum zum Stillstand kommen muß. Vielleicht waren dies solche Fälle, von denen H. L. Bolley[2] berichtet, daß viele durch die Getreiderostsporen hervorgerufenen Infektionsstellen überhaupt nicht zur Entwicklung gelangen, sondern unter Hinterlassung gelber Flecken absterben. Solche Fälle beobachtete er bei jungen Haferpflanzen sowie bei solchen Varietäten, die besonders widerstandsfähig sind, z. B. beim weißen russischen Hafer. Doch können nur experimentelle und mikroskopische Untersuchungen solcher Fälle eine reale Basis für weitere Diskussionen abgeben.

Die soeben dargelegten Ansichten sind übrigens schon in ähnlicher Form von H. Marshall Ward ausgesprochen worden und auch in H. Klebahn's großem Werke »Die wirtswechselnden Rostpilze« niedergelegt (vgl. p. 34 ff.).

---

[1] L. c.

[2] H. L. Bolley, Einige Bemerkungen über die symbiotische Mycoplasmatheorie bei den Getreiderosten. Zentralbl. f. Bakt., 2. Abt., *4*, 1898.

Zum Schlusse mag noch ein von dem gewöhnlichen Typus etwas abweichender Vorgang der intracellularen Verdauung besprochen werden, wie er sich im Herbst an kräftigen, mit *Puccinia glumarum* Erikss. et Henn. infizierten jugendlichen Kornpflanzen abspielte.

Der Plasmaballen bildete in der Zelle, in der weder Kern noch Chlorophyllkörner mehr zu sehen waren, verschieden gestaltete, oft auch verzweigte und häufig die ganze Zelle ausfüllende Körper, die bei Behandlung mit Flemming'scher Lösung einen Stich ins Violette annahmen. Sie ließen die in ihrem Innern beherbergten Hyphen ganz deutlich erkennen und erinnerten in ihrem Aussehen sehr an die Eriksson'schen Mycoplasmakörperchen, nur waren sie meist erheblich größer. Der Verdauungsvorgang geht aber an ihnen in etwas anderer Weise vor sich, als bisher beschrieben wurde. Eine allmähliche Verquellung des Ballens findet nämlich nicht mehr statt, sondern es treten in ihm spontan große Vakuolen auf, was auf eine rasche Verflüssigung schließen läßt. Die Vakuolen bilden sich in solcher Größe und so zahlreich, daß sie mit ihren Wänden zusammenstoßen und das Ganze dann ein grobmaschiges, wabenartiges Gerüstwerk bildet, das übrigens auch noch immer die eigenartige Färbung mit Flemming'scher Flüssigkeit annimmt. Diese Form der Exkretkörper erinnert lebhaft an die in den Wurzeln von *Elaeagnus* und *Sempervivum* gefundenen Formen.

Damit bin ich am Ende meiner Besprechung der cytologischen Verhältnisse in den Rostflecken angelangt.

Überblicken wir zusammenfassend die gewonnenen Resultate, so sehen wir, daß sich das Plasma der Zelle des eingedrungenen und sich baumförmig verzweigenden Pilzes zu erwehren sucht, wobei sich Prozesse abspielen, die zum Teil direkt an die tierische Phagocytose erinnern und die auch bei einer Reihe anderer Pflanzen beobachtet und in den Kurzwurzeln der Cycadeen z. B. ausführlich beschrieben wurden. In dem sich entspinnenden Kampfe vernichten sich Pilz und Wirtsplasma gegenseitig und werden dann mehr oder weniger aufgelöst. Nicht immer sind die beiden Faktoren gleich stark im Kampfe, da sich in gewissen Fällen einmal der Pilz, das andere

Mal wieder das Wirtsplasma virulenter erweisen kann. Diesen Unterschied bezüglich ihrer Verdauungskräftigkeit zeigen oft schon einander benachbarte Zellen desselben Blattes. Es läßt dies auf eine gewisse individuelle Selbständigkeit schließen, die sich die Zellen eines pflanzlichen Gewebes offenbar deshalb bewahren konnten, weil sie, von einer festen Membran umschlossen, nicht in eine so innige Wechselwirkung mit ihren Nachbarn treten konnten und daher mehr auf sich selbst angewiesen blieben. Auch schon die Tatsache an und für sich, daß eine solche Zelle gelegentlich als Phagocyt fungieren kann, zeigt deutlich, wie sehr sie sich einen gewissen Spielraum in ihrer Tätigkeit bewahrt hat.

Die durch die Verdauung gebildeten resorptionsfähigen Stoffe werden allem Anscheine nach von den intercellularen Hyphen aufgenommen, weil diesen ja keine andere Nahrungsquelle zur Verfügung steht und sie doch bis zur Reife, d. h. bis zur Sporenbildung heranwachsen. An eine Resorption der verflüssigten Stoffe von Seite der Wirtszelle kann hier im allgemeinen nicht gedacht werden, da sich in der Zelle nie ein unversehrt gebliebener Plasmateil konstatieren läßt, wie es etwa bei *Elaeagnus* z. B. der Fall ist. Es käme höchstens eine Resorption durch die gesunden, dem Rostflecke benachbarten Zellen in Betracht. Gesetzt, es wäre dies der Fall, so könnte es sich doch nur um ganz minimale Quantitäten handeln, vielleicht um so viel, als hinreicht, um die gesunden Zellen gegenüber dem Pilz giftfest zu machen.

Ich glaube, noch auf einen Punkt hinweisen zu müssen.

Die gleichen phagocytischen Vorgänge wie hier treten auch in den Wurzeln vieler Pflanzen auf, so bei den Orchideen, in den Wurzelknöllchen von *Alnus, Elaeagnus,* in den Kurzwurzeln der *Sempervivum*-Arten usf., wo sie der Pflanze nicht nur nicht zu schaden scheinen, sondern im Gegenteil, wo das Verhältnis zwischen Pilz und Wirtspflanze direkt als Symbiose aufgefaßt wird. Es ist nun nicht einzusehen, wieso derselbe Vorgang, der dort als Ausfluß eines symbiotischen Verhältnisses gilt, hier die Pflanzen so stark schädigen sollte, daß ihm die Mißernte eines Rostjahres zur Last gelegt werden könnte. Zweifellos werden die Pflanzen unter dem Pilz etwas leiden, da

ja Assimilationsorgane, chlorophyllführende Blattzellen zerstört werden, aber der dadurch bedingte Verlust dürfte doch nicht so hoch anzuschlagen sein, wie es bisher geschehen ist, da ja ein totaler Rostbefall der Pflanzen doch nicht die Regel bildet.

Es dürfte demnach die Ursache der schweren Schädigung des Getreides während eines Rostjahres nicht so sehr im Rostbefall als vielmehr in den äußeren Umständen, in den Boden- und klimatischen Verhältnissen zu suchen sein, die den Pflanzen ungünstig sind, und in zweiter Linie auch in einer gewissen inneren Konstitution der Pflanzen selbst, wie sie etwa durch schlechte Zuchtwahl bedingt sein kann. Das starke Auftreten des Rostes gerade in solchen Jahren ist ja ganz gut erklärlich, da der Pilz unter den die Rostjahre charakterisierenden Witterungsverhältnissen die günstigsten Keimungs- und Wachstumsbedingungen findet.

Ich möchte also sagen: »Nicht der Rostbefall ist die Ursache der schweren Schädigung des Getreides, sondern umgekehrt, der Schwächezustand desselben, mag er nun auf innerer Konstitution beruhen oder durch äußere Verhältnisse bedingt sein, oder allgemein, die ungünstigere Situation des Getreides gegenüber dem Pilz ist der Grund, daß es vom Rost so stark infiziert wird. Das Rostigwerden ist also mehr ein Index für einen gewissen Schwächezustand der befallenen Getreidepflanze«.

Daß der Rostbefall nicht immer eine starke Schädigung der Pflanzen bedeuten muß, hat auch schon H. Zukal[1] betont, Er sah wiederholt Felder, deren Halme über und über rostig waren, die aber dennoch (nach der Aussage der Besitzer) eine sehr gute Ernte lieferten, eine Beobachtung, die auch ich bestätigen kann.

Desgleichen hat dann auch P. Sorauer[2] auf Fälle hingewiesen, in denen trotz starken Rostbefalles eine gute Kornernte erzielt wurde. Er schließt daraus ebenfalls, daß vielleicht

---

[1] L. c.

[2] P. Sorauer, Jahresber. des Sonderausschusses für Pflanzenschutz. Arb. d. D. L. G., Heft 107, Berlin 1900; zitiert nach P. Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, II. Bd., 1908, p. 378.

doch nicht der Rost allein für die ungeheuren Verluste verantwortlich zu machen sei, sondern die speziellen Witterungsverhältnisse (anhaltend feuchte, schwüle, lichtarme Sommerwitterung, Spätfröste u. dgl.), welche für die Rostjahre charakteristisch sind.

Ein wichtiger Teil der Getreiderostfrage ist auch die nach der Vererbbarkeit der Rostkrankheit, eine Frage, welche bekanntlich von Eriksson aufgeworfen und von ihm auch mit Rücksicht auf seine Kulturergebnisse in bejahendem Sinne beantwortet wurde, wiewohl es bisher weder ihm noch einem anderen Forscher gelungen ist, im Samen den Pilz nachzuweisen.

Im folgenden sollen nun in Form einer vorläufigen Mitteilung einige Befunde angeführt werden, die eigentlich nur Gelegenheitsfunde sind, die mir aber die Richtung anzugeben scheinen, in welcher sich weitere diesbezügliche Untersuchungen werden zu bewegen haben.

In Betracht kommen Fruchtknoten einer rostkranken Gerste, die im Monate Juli von einem Feld in der Nähe von Wien entnommen und auf Pilzmycel hin untersucht wurden. Leider konnte die Rostform wegen Mangel an Sporen nicht mehr bestimmt werden. Da aber das Feld mit *Puccinia glumarum* Erikss. et Henn. infiziert war, dürfte diese Form mit großer Wahrscheinlichkeit auch hier vorgelegen haben.

Die Fruchtknoten waren noch vollkommen unentwickelt, die Spelzen geschlossen und die Ähre noch von der Blattscheide eingehüllt. In drei aus dem unteren Teile der Ähre stammenden Fruchtknoten einer und derselben Pflanze wurden, und zwar immer in größeren Gewebebezirken, die bereits beschriebenen und an die Eriksson'schen Endohaustorien erinnernden Plasma-Pilzballen gefunden. Sie waren einzeln oder zu mehreren in den Zellen eingelagert, oft anscheinend freischwimmend, oft mittels Pilzhyphen an der Zellwand aufgehängt (Taf. II, Fig. 12 und 13). Ihre Größe war recht schwankend. Die im Ballen eingebetteten Hyphen hatten eine durchschnittliche Dicke von 1 μ. Doch traten daneben auch Fäden von dem Durchmesser einer gewöhnlichen Rostpilzhyphe auf, nur waren sie noch reichlich septiert (Taf. II, Fig. 12). Inter-

cellulare Hyphen konnten in dem befallenen Gewebe allerdings nicht nachgewiesen werden; doch ist dies nicht von Belang, einmal, da ja nur geringes Untersuchungsmaterial vorliegt und dann auch deswegen, weil ja der Nachweis von intercellularem Mycel, wenn es nicht gerade massenhaft auftritt, überhaupt mit großen Schwierigkeiten verknüpft ist. Die Existenz der genannten Plasmaballen, neben denen übrigens auch Exkretkörper gefunden wurden, setzt ja von selbst ein intercellular lebendes Mycel voraus.

Es fragt sich nun, wie ist das Mycel in die Fruchtknoten gelangt? Der Umstand, daß dieselben vollkommen eingehüllt waren, schließt eine Infektion von außen her aus; das Mycel kann also nur von dem Halme aus eingewandert sein.

Es mag hier daran erinnert werden, daß Eriksson in der Samenschale von Weizen und Gerste Mycel und Sporen vom Gelbrost gefunden hat, und auch Zukal bei der Gerste, die ihm Eriksson geliefert hatte, Mycelteile in der Samenschale nachweisen konnte. Zukal ist der Ansicht, daß es wohl möglich wäre, daß das Mycel aus der Samenschale in den Keimling eindringe und denselben infiziere, und ist geneigt, diesem Umstand auch die positiven Erfolge zuzuschreiben, die Eriksson mit seinen Isolierschrankkulturen erzielte. Er machte auch noch eine Beobachtung an Roggenkeimlingen, die ihn zu dem Schlusse führte, daß der Pilz wahrscheinlich durch das Scutellum in den Keimling eindringe und sich hier weiter entwickle. Auch er glaubt also mit Eriksson in gewissen Fällen eine innere Krankheitsursache gelten lassen zu müssen.

Die früher mitgeteilten Tatsachen machen es wohl auch höchst wahrscheinlich, daß spätere Untersuchungen die von Eriksson geforderte Vererbbarkeit der Rosterkrankung unseres Getreides werden tatsächlich nachweisen können, wenn auch in etwas anderer Weise als es dieser Autor annimmt.

Trifft aber die Vererbbarkeit der Erkrankung auch zu, so dürfte sie doch nicht die Bedeutung besitzen, die ihr Eriksson zu geben sucht, da ja nicht jede rostkranke Pflanze unbedingt wieder lauter rostkranke Nachkommen liefern muß. Denn mag das Mycel von unten her in den Samen einwachsen, oder dieser von außen her durch keimende Sporen infiziert werden, oder

mag, was das Wahrscheinlichste ist, die Infektion der Körner auf beiden Wegen vor sich gehen, in keinem Falle muß auch jeder Same der Ähre vom Rostmycel befallen werden.

Und weiter, aus dem einmal infizierten Samen muß nicht jedesmal wieder eine rostkranke Pflanze entstehen, denn es ist höchst wahrscheinlich, daß es Fälle gibt, in denen die Zellen des Samens die eingedrungenen Haustorien so rasch verdauen, daß der Pilz keine Zeit findet, sich auszubreiten und an Nahrungsmangel absterben muß, ein Umstand, der uns die negativen Ergebnisse der Nachuntersuchungen von Eriksson's Isolierkulturen recht gut verstehen ließe.

Auch folgende Überlegung spricht dafür. Würde jede rostkranke Pflanze auf dem Wege durch ihre Samen immer wieder nur rostkranke Nachkommen erzeugen, so müßten im Laufe der Zeit alle Getreidepflanzen schon rostkrank geworden sein, da dadurch, daß in jeder Vegetationsperiode auch gesunde Pflanzen von außen her infiziert werden, die dann die Erkrankung weiter erblich festhalten würden, der jährliche Prozentsatz an gesunden Pflanzen immer kleiner geworden wäre, bis diese schließlich ganz verschwanden.

Die Vererbbarkeit des Rostes wird also nicht hinreichen, um jedes Auftreten desselben erklären zu können. In manchen Fällen wird ihr wohl das Neuauftreten der Krankheit, z. B. im Frühjahr, zuzuschreiben sein, zur Erklärung des Rostbefalles im allgemeinen aber, namentlich wenn er in epidemischer Form auftritt, wird wohl nach wie vor die Infektionstheorie herangezogen werden müssen.

Es sei mir noch gestattet, Herrn Prof. Dr. R. v. Wettstein meinen besten Dank zu sagen für das Interesse, das er der Arbeit entgegenbrachte und für die außerordentliche Liebenswürdigkeit, mit der er mir seine Privatbibliothek zur Verfügung stellte.

Erklärung der Abbildungen.

Für Taf. I, Fig. 1 und 3 Vergrößerung Reichert: Homog. Imm. $^1/_{22}$ Apert. 1·35 und Ok. 5, für die übrigen Figuren Vergrößerung Reichert: Obj. 8*a* und Ok. 5.

Tafel I.

Alle Figuren von Mikrotomschnitten; Kornblätter mit *Puccinia graminis* Erikss. et Henn. infiziert; Färbung mit Carbolfuchsin.

Fig. 1. In der Palisadenzelle ist der Kern infolge von Pilzinvasion stark hypertrophiert. Die Pilzhyphen in seinem Innern sind noch dünn, ragen teilweise heraus, eine führt bis zur Zellwand.

Fig. 2. Der Zellinhalt ist trübe, zeigt eine feinfädige Struktur und freiliegende Hyphen. — Der hypertrophierte Kern ist von einem hellen Hof umgeben, neben ihm ein Exkretkörper. Die Hyphen in seinem Innern treten deutlich hervor.

Fig. 3. Im trüben Zellinhalte sind freiliegende Hyphenabschnitte zu beobachten. Der Kern ist von einem hellen Hof umgeben, durch den sich Pilzfäden in das Plasma hinaus verfolgen lassen. In seinem Innern sind die Pilzfäden im Verquellen begriffen.

Fig. 4 und 5. Zellen mit Haustorialhyphen, in Fig. 5 ein Kern-Exkretkörper.

Fig. 6. Die Haustorialhyphen sind im Verquellen begriffen.

Fig. 7. Zelle mit großem Exkretkörper und kleinen, oft nur mehr punktförmigen Hyphenresten.

Fig. 8 und 9. Exkretkörper mit herausstehenden Hyphenresten.

Tafel II.

Alle Figuren von Freihandschnitten; Färbung mit Anilin-Safranin. Fig. 1 bis 11 von Kornblättern mit *Puccinia glumarum* Erikss. et Henn. infiziert; Fig. 12 und 13 aus Fruchtknoten einer rostkranken Gerste.

Fig. 1. Der Zellinhalt ist mitten in der Ballenbildung abgestorben. Die Hyphen sind zu Knäueln zusammengepreßt und am Beginn der Verquellung.

Fig. 2. Plasma-Pilzballen in verschiedenen Stadien und Exkretkörper.

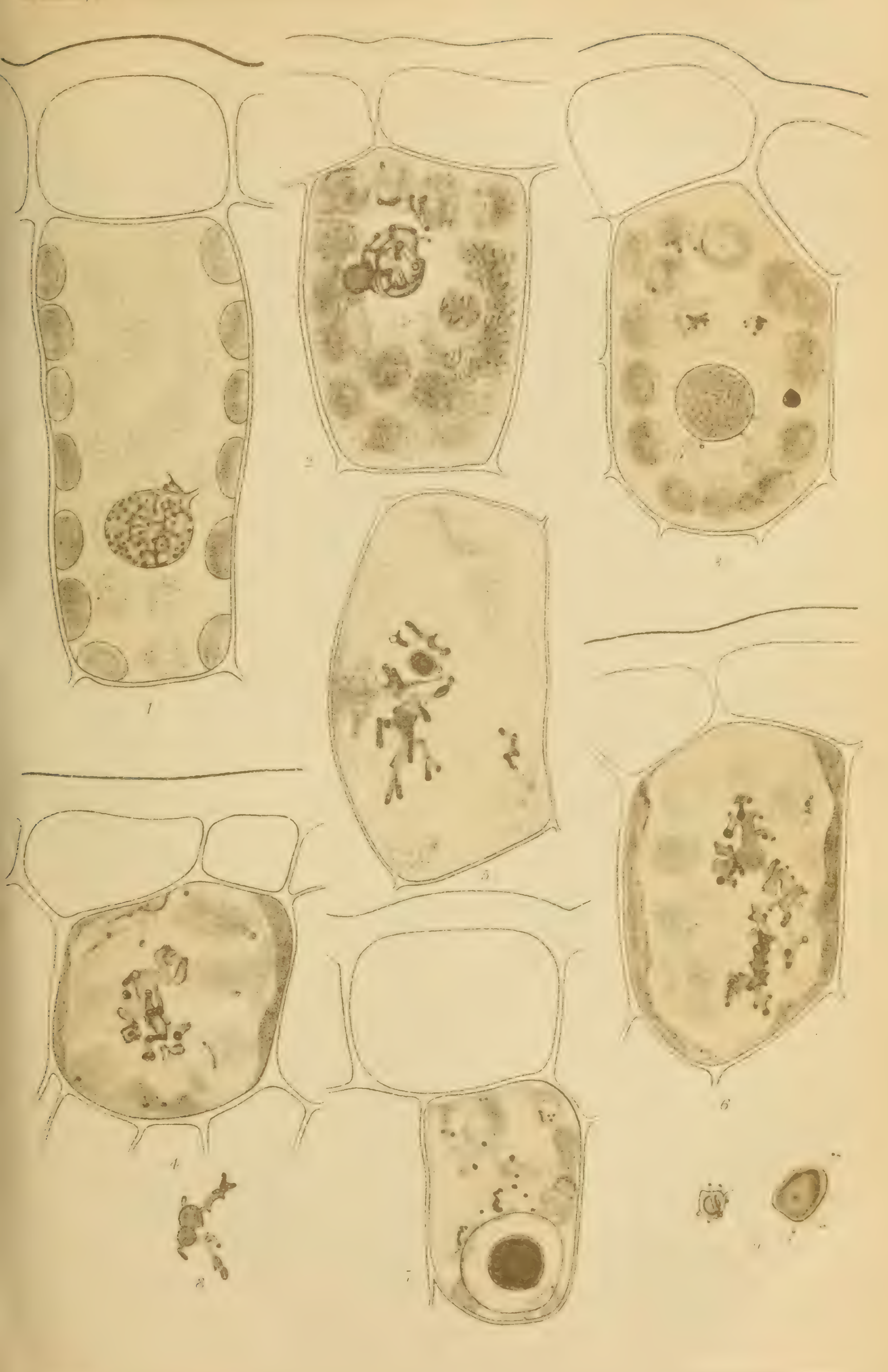
Fig. 3. Zelle mit alten Exkretkörpern.

Fig. 4. Der Exkretkörper ist mittels Fäden im Innern der Zelle aufgehängt.

Fig. 5. Der Exkretkörper ist mittels Faden an der Zellwand aufgehängt und läßt in seinem Innern degenerierte Hyphen erkennen.

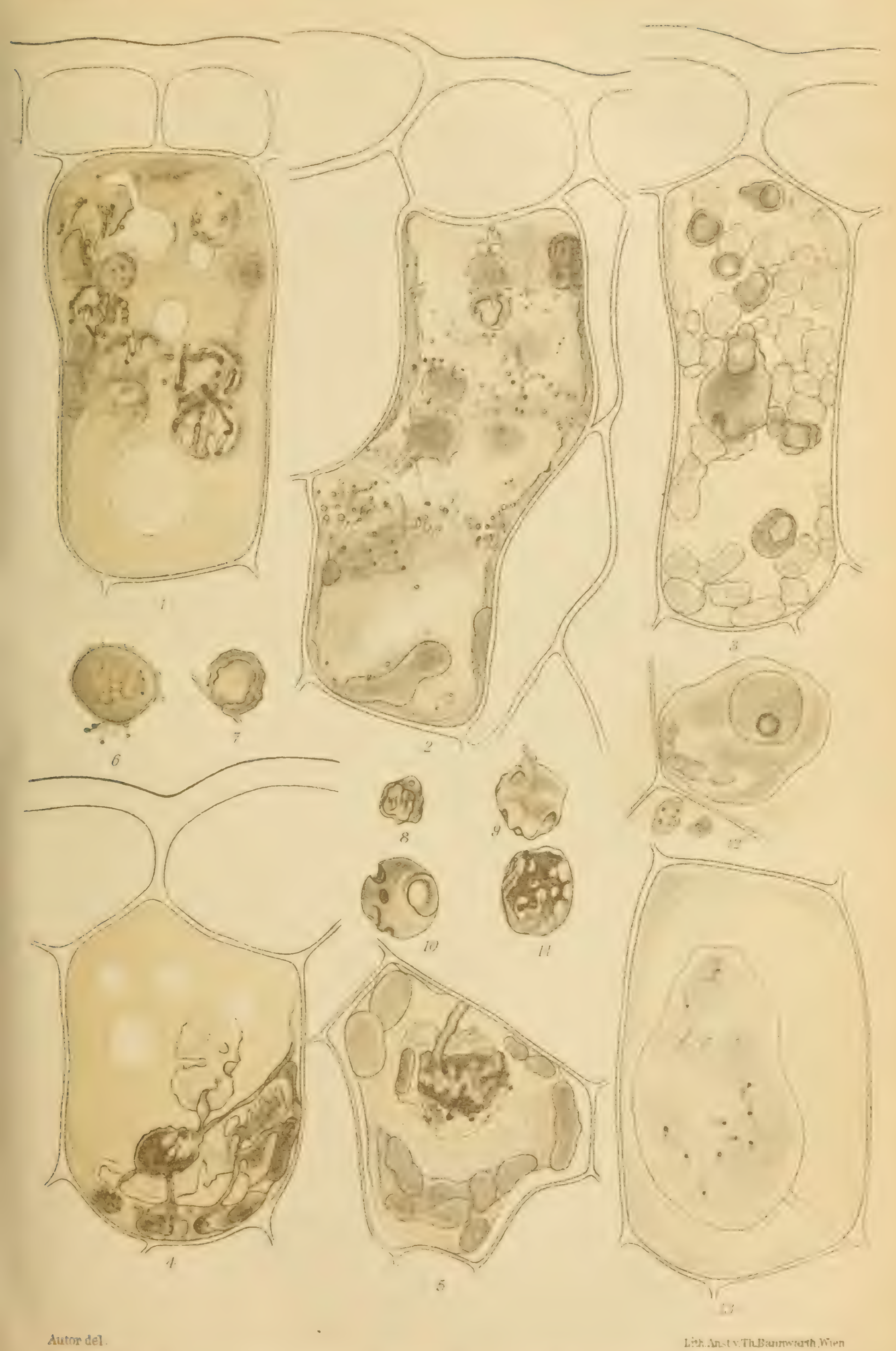
Fig. 6 bis 11. Verschiedene Exkretkörperformen.

Fig. 12 und 13. Plasma-Pilzballen aus jugendlichen Fruchtknoten einer rostkranken Gerste.



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.





Autor del.

Lith.Anst.v.Th.Bannwarth,Wien



Über eine durch Maisbrand verursachte intracarpellare Prolifikation bei Zea Mays L.

von

Dr. Hugo Iltis.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. April 1910.)

Im folgenden sollen zwei Kolben von *Zea Mays* L. beschrieben werden, die ich im September 1909 durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. A. Zimmermann (Eisgrub) erhalten habe. Die Kolben waren mit anderen, gesunden, geerntet und erst später Herrn Prof. Zimmermann übergeben worden, so daß über die Pflanzen, von denen sie stammen, nichts Näheres gesagt werden kann.

Beide Kolben waren von normalen Lieschen umhüllt, besaßen aber an Stelle der Früchte 1 bis 2 *dm* lange, grüne, in griffelartige Fäden auslaufende Schläuche, die an der Basis von vergrößerten Spelzen umgeben waren (Fig. 1, 2, 3).

Beim ersten Anblick ist man verleitet, an eine Art von Brutknospenbildung zu denken, zumal eine solche bei den Gramineen sehr häufig ist. Masters[1] zählt zirka 20 Arten viviparer Gräser auf, darunter als die häufigsten *Dactylis glomerata, Poa bulbosa, annua, trivialis, alpina, Festuca ovina* u. a. Bei den Brutknospen bildenden Gräsern ist die Blütenachse zu einem kleinen, normal beblätterten Sproß umgestaltet, der an der Basis von Hüllblättern umgeben erscheint.

Nun ist aber im vorliegenden Falle von einem beblätterten Sproß äußerlich nichts wahrzunehmen, da die grünen Schläuche vollständig glatt und meist allseits geschlossen erscheinen. Vor

[1] Masters M. T., Pflanzenteratologie. Ins Deutsche übertragen von Udo Dammer, 1886.

allem aber handelt es sich bei den Brutknospen der Gräser um nicht pathologische, vegetative Vermehrungsorgane, während die vorliegenden Kolben ganz von Pilzmycel durchwuchert erscheinen. Es ist daher begreiflich, daß, während bei den viviparen Gräsern die Brutknospen leicht zum Auskeimen und zur Wurzelbildung gebracht werden können, hier jede Bemühung nach dieser Richtung erfolglos bleibt.

Während Brutknospenbildung bei *Zea Mays* nicht bekannt ist, fand ich bei Penzig[1] drei Fälle von Vireszenz erwähnt, die mit dem vorliegenden Ähnlichkeiten aufweisen. Von den drei zitierten Autoren gibt M. Dietz[2] nur in wenigen Zeilen eine Beschreibung, aus der nicht zu entnehmen ist, ob die von ihm beobachtete Erscheinung sich mit der hier beschriebenen deckt. Die verlängerten Fruchtblätter tragen am Ende den fadenartigen Griffel. Die Verlängerung ist so groß, daß die Fruchtblätter vom unteren Ende des Blütenstandes bis zu seinem oberen Ende reichen. Über das sonstige Aussehen der umgewandelten Ährchen, ihre Morphologie und Anatomie ist kein Wort gesagt.

Am meisten Ähnlichkeit mit unserem Fall weist der von E. Hackel[3] beobachtete vergrünte Maiskolben auf. Hackel gibt (leider ohne Abbildung) eine knappe Beschreibung des Kolbens, der, im Gegensatz zu den im folgenden behandelten nur im unteren Teile mißgebildet, im oberen normal war, keine dünnen, fadenförmigen, sondern breite, grüne, aus zwei Schenkeln verwachsene Griffel aufwies und auch in den Dimensionen manche Abweichung zeigte. Die Morphologie der grünen Schläuche, die sich auch hier vorfinden, ist aber fast die gleiche wie in unserem Falle. »Ein medianer Längsschnitt durch das Ovarium«, schreibt Hackel, »zeigte, daß in die verdickte Basis desselben ein 3 *mm* langes, abgeflachtes Achsengebilde hineinragte, offenbar die Fortsetzung der Blütenachse. Diese war aber nicht frei, sondern der Vorderseite des Ovariums angewachsen und auf der hinteren (der Kolbenachse zugewendeten)

[1] Penzig O., Pflanzenteratologie. Genua, Bd. I, 1890; Bd. II, 1894.

[2] Dietz M., Beiträge zur Kenntnis der teratologischen Fälle des Mais. Bot. Zentralbl., X, p. 413, 1882.

[3] Hackel E., Zwei Bildungsabweichungen am Pistill von Gräsern. Bot. Zentralbl., 1881, VIII, p. 155.

Seite trug sie ein gleichfalls mit der Basis inseriertes zweites, dem äußeren ganz ähnliches schlauchförmiges Blattgebilde, welches in der Höhlung des ersten versteckt lag und etwa bis in die Hälfte desselben hineinragte. Es endigte aber ohne Griffelbildung. In diesen zweiten Schlauch war auf dieselbe Weise meist noch ein dritter, noch kleinerer eingeschachtelt und dieser enthielt in vielen Fällen noch das Rudiment eines vierten. Von einem Ovulum war keine Spur zu sehen....« Er endet seine Ausführungen, indem er jeden dieser vier Schläuche einem Pistill für homolog erklärt. Die zweizeilige Übereinanderstellung der Schläuche spreche dafür, daß jeder derselben als ein Blatt mit umfassender Basis und verwachsenen Rändern aufzufassen sei. Nach der Beschreibung hat es den Anschein, als ob Hackel nur rudimentäre Formen, wie sie bei meinem Kolben an der Spitze sich vorfinden (Fig. 11), vorgelegen wären. Bei diesen stimmen seine Angaben mit meinem Befund ziemlich überein; die großen Schläuche von der Basis meiner Kolben sind, wie aus dem folgenden zu ersehen ist, komplizierter gestaltet. Von einer Ursache der Mißbildung spricht Hackel nichts.

Die genaueste Beschreibung einer ähnlichen Monstrosität gibt G. Krafft,[1] der sie in seinem interessanten Werke auch abbildet.[2] In mehreren Diagrammen schildert er den Bau der monströsen Ährchen und konstatiert, daß die Glumae und Paleae bedeutend größer als in normalem Zustand, im übrigen aber in der gleichen Anzahl und Stellung vorhanden seien. Das Pistill des normal fruchtbaren Blütchens ist zu einem dunkelgrünen, bis 86 *mm* langen, röhrigen Blatt umgewandelt, welches unmittelbar, nachdem es aus der Ährchenspindel hervorgegangen ist, sich zu einem Knoten ausbaucht und nahe der Spitze »auf einen zusammengefalteten Teil stößt, vorher eine Ligula bildend«. Diesen zusammengefalteten Teil faßt Krafft als Lamina, die Röhre als Vagina des Fruchtblattes auf. Der innere Bau dieses

[1] Krafft G., Die normale und anormale Metamorphose der Maispflanze. Wien 1870. L. Gerold, p. 57 bis 60, T. II, Fig. 25.

[2] Krafft beschreibt auch einige Seiten vorher (p. 49 bis 50) eine interessante Vergrünung der männlichen Blütenrispe.

röhrenförmigen Blattes ist nach Krafft sehr einfach. Innerhalb erhebt sich die Achse ein wenig; an ihr steht ein zweites röhrenförmiges Blatt und in dessen Mitte ein fadenförmiges, bis zu 6 *mm* langes Blättchen. Krafft faßt die äußere Röhre als Fruchtblatt, die beiden inneren Blättchen als metamorphosierte Samenknospe auf, und zwar das erste als äußeres Integument, das zweite entweder als inneres Integument oder als Nucellus. Sowohl aus dieser Beschreibung als auch aus den beigegebenen Abbildungen erhellt, daß sich zwischen der von Krafft und der im folgenden beschriebenen Mißbildung eine ganze Reihe von Differenzen findet, die denn auch in der Deutung zum Ausdruck kommen.

Da die Autoren weder in ihren Angaben über das Aussehen und den Bau der immerhin ähnlichen Bildungen und noch viel weniger in deren Deutung übereinstimmen, da die Monstrosität sehr selten zu sein scheint[1] (jeder der drei Autoren beobachtete bloß einen Kolben), andrerseits aber viel Interessantes an sich hat, da es mir ferner gelungen ist, die wahrscheinliche Ursache der Abnormität aufzufinden und da endlich aus meinen Befunden an einer größeren Anzahl von untersuchten Ährchen sich mit einiger Wahrscheinlichkeit eine plausible Deutung der komplizierten Gebilde ergibt, so glaube ich ein genaueres Eingehen auf den Fall rechtfertigen zu können.

Von den beiden Kolben ist der in Fig. 1 abgebildete etwas schlanker, die Kolbenachse etwas gestaut, so daß die Ährchen alle von der Basis zu entspringen scheinen. Im übrigen sind die Verhältnisse ganz gleich wie beim zweiten Kolben (Fig. 3), der kräftiger und gedrungener erscheint; dieser letztere wurde vornehmlich zur Untersuchung herangezogen, vom ersten Kolben nur einige Ährchen zur Kontrolle, die aber das gleiche Aussehen und denselben Bau aufwiesen.

Der untersuchte zweite Kolben zeigt eine wohlentwickelte fleischige Kolbenspindel, die von der Basis bis zur Spitze 15 *cm* mißt. An dieser Spindel sitzen nun fünf Doppelreihen anormaler

---

[1] Siehe auch P. Aschersohn und P. Graebner »Synopsis der Mitteleuropäischen Flora«, II. Bd., 1898 bis 1902, p. 59, Zeile 29 von oben.

♀ Ährchen, die an der Kolbenbasis lang und kräftig sind, gegen die Kolbenspitze zu aber immer kleiner und unentwickelter werden. Die Ährchen stehen zu je zwei und gehen von einer gemeinsamen Ansatzstelle aus. Die basalen, großen und kräftigen Ährchen umhüllen sowohl die Kolbenspindel als auch die an der Spitze befindlichen, verkümmerten Ährchen fast vollständig, so daß es den Anschein hat, als ob die vergrünten Ährchen büschelförmig am Kolbengrunde entsprängen. Schlägt man die im übrigen normalen, den Kolben einhüllenden Lieschenblätter zurück, so sieht man ein jedes Ährchen am Grunde von großen, gelblichen Spelzen umgeben. Aus diesen Spelzen ragt ein unten 5 *mm* dicker, nach oben zu sich verdünnender, zylindrischer Schlauch hervor, der endlich in einen dünnen, dem Griffel der normalen Maisblüte ähnlichen Faden ausgeht. Die Farbe des Schlauches ist im unteren zylindrischen Teile gelbgrün, dann folgt eine knotenartige Anschwellung, die ebenso wie der sich nun rasch verdünnende Endteil des Schlauches saftgrün gefärbt ist; dieser Endteil geht in den weißlichen, griffelartigen Faden über. Die Länge des Schlauches beträgt von der Basis bis zum Griffelansatz 10 bis 20 *cm*, der Griffel selbst wird zirka 20 *cm* lang. Sowohl die hier angegebenen Dimensionen als auch die unten folgende genaue Beschreibung beziehen sich nur auf die in der unteren Hälfte der Kolbenspindel entspringenden Ährchen, da die weiter oben stehenden viel kleiner, zum Teil auch verkrüppelt oder ganz unentwickelt sind und weder in der äußeren Gestalt noch im inneren Bau ein gleichartiges und typisches Bild aufweisen.

Die den Schlauch an der Basis einhüllenden Spelzen (Fig. 10 *Sp,* Fig. 12) sind im Vergleich zu denen des normalen weiblichen Maisährchens bedeutend vergrößert. Wie bei diesen sind auch hier sechs Spelzen vorhanden. Von den drei Glumae ist die unmittelbar an der Kolbenspindel inserierte obere meist dreizipflig, mit einem mittleren derben und zwei seitlichen dünnhäutigen Teilen. Ihre Länge beträgt bis 18 *mm*, die Breite bis 15 *mm*. Die gegenüberliegende untere Hüllspelze ist ebenfalls derb und undurchsichtig, jedoch einfach und in den Dimensionen etwas kleiner. Die dritte, oberste Gluma ist zarter und bauchig ausgewölbt; in ihrer Höhlung befindet sich die zu

einer abgeplatteten, tütenförmigen Röhre gefaltete Vorspelze der fehlgeschlagenen zweiten Blüte. Diese Vorspelze zeigt bisweilen am Ende eine Art Grannenbildung, einen bis zirka 12 *mm* langen, fadenförmigen Fortsatz (Fig. 12) und schließt bisweilen ein ganz zartes Blättchen oder in einigen Fällen einen drehrunden, 2 bis 3 *mm* langen, röhrigen Faden ein. Die bauchige Auswölbung und der griffelartige Faden, die sich bei der dritten Gluma finden, verraten die Neigung aller Blattgebilde der monströsen Ährchen, carpellartige Formen anzunehmen.

Die Paleae der entwickelten monströsen Blüte endlich sind zirka 12 *mm* lang, 8 *mm* breit, ganz dünnhäutig und liegen dem untersten, knieförmig umgebogenen Teil des an Stelle des Pistills stehenden zylindrischen, beziehungsweise schlauchartigen Gebildes dicht an. Rudimente der Lodiculae oder von Antheren sind nicht zu konstatieren.

Die mikroskopische Untersuchung der Spelzen zeigt langgestreckte, mit gewellten Wänden versehene Epidermiszellen; dazwischen Kieselzellen, Spaltöffnungen und einzellige kegelförmige Haare, die namentlich am Rande und an der Spitze der Spelzen zahlreich vorhanden und schon makroskopisch sichtbar sind. Im Innern sehen wir Gefäßbündel mit breiten, netzförmig verdickten Gefäßen.

Die sonderbaren, ohne den langen Griffel bis nahezu 2 *dm* langen Gebilde, die am Grunde von den Spelzen umgeben werden und dem Kolben sein eigentümliches Aussehen verleihen, nehmen die Stelle des Pistills des normalen Maisblütchens ein und es liegt nahe, sie, wie es z. B. Krafft und Hackel tun, von vornherein als metamorphosierte Pistille aufzufassen.

Wenn wir ein solches, die Stelle des Pistills einnehmendes, schlauchartiges Gebilde aus den Spelzen loslösen (Fig. 9), zeigt sich zu unterst der früher in den Spelzen versteckte Ansatzteil (Fig. 9 *A*), der mit der Längsachse einen Winkel von 90° bildet, nur zirka $1^1/_2$ bis 2 *mm* dick und solid ist. Ein Querschnitt durch diesen Teil zeigt zwei Kreise von Gefäßbündeln,[1] den einen unmittelbar unter der Epidermis, den zweiten ungefähr in der Hälfte des Querschnittes; diese Gefäßbündel sind von Gruppen von Bastzellen rings umschlossen. Auf diesen dünnen, soliden Ansatz folgt eine gleichfalls solide, kugelige, stärkeführende, in der Größe dem Maiskorn gleiche Anschwellung (Fig. 9 *A'*), die sich anatomisch vom Ansatzteil kaum unterscheidet und distal in eine halbrunde, auf der der Kolbenspindel zugewendeten Seite mehr abgeflachte, auf der abgewendeten Seite gewölbte Röhre übergeht (Fig. 8, Fig. 9 *Ro*). Auf der abgeflachten Seite zeigt dieser zirka 5 *cm* lange, mehr weniger gerade Teil eine deutlich sichtbare Rinne

[1] Nach Engler sind zwei solche Kreise für die Halme der Gräser kennzeichnend; dieser Teil wäre also der Achse homolog.

(Fig. 5 *G*). Auf einer Querschnittserie (Fig. 4 bis 8) sieht man, daß der Hohlraum dieser Röhre oberhalb der kugeligen Anschwellung als ein der abgeflachten Seite paralleler Spalt beginnt und sich im weiteren Verlauf erweitert; er rückt noch mehr an die abgeflachte Seite heran, so daß diese dort, wo sich die Rinne befindet, oft nur ein dünnes Häutchen darstellt. Ja, in einigen Fällen erscheint statt der Rinne sogar ein langgestreckter Schlitz, so daß die Röhre dann an der flachen Seite der Länge nach offen bleibt. Das mikroskopische Bild, das ein Querschnitt durch die genannte Rinne bietet, erinnert an die Faltgelenke gewisser Grasblätter.[1] Die Zellen der inneren Epidermis der Rinne sind hell gelbglänzend und ziemlich stark verdickt. Die innere Wandung der Röhre ist zum Teil mit langen Haaren bedeckt.

Während also die der Kolbenachse zugewendete (die ventrale) Wand der Röhre dünnwandig ist, hat die nach außen gewölbte dorsale Wand mehrere Millimeter Dicke und zeigt zwei bogenförmige Gefäßbündelreihen. Der Rinne gegenüber schiebt sich von der dorsalen Wand in das Röhrenlumen ein Längswulst vor, der sich, je höher der Querschnitt geführt wird, desto mehr von der Wand abschnürt, bis er endlich als ganz freier Zylinder im Röhrenlumen verläuft (Fig. 6 bis 8, Fig. 9 *Ri*).

In den meisten Fällen ist dieser Längswulst im untersten Teil der Röhre aus zwei an der dorsalen Röhrenwandung seitlich inserierten, die Röhre der Länge nach durchziehenden Häutchen gebildet (Fig. 5 *H*), deren Ränder ebenso wie die des äußeren Schlauches an der ventralen Seite entweder lose zusammenhängen oder ganz frei sind und einander nur überdecken (Fig. 6, 7 *Ri*). So bilden diese beiden Häutchen selbst wieder eine innere, zweite Röhre, die in der äußeren, derben, ersten Röhre steckt und vorerst mit dieser an der Rückenseite verwachsen ist. An dieser zweiten Röhre sind außen oft flügelartig vorspringende oder auch mehr weniger eng anliegende Blättchen (Fig. 6, 7, Fig. 9 *El*) angewachsen, die in ihrer Stellung bisweilen eine spiralige Anordnung erkennen lassen. Schon makroskopisch läßt sich häufig eine seidenartige Behaarung der zweiten Röhre und ihrer Anhänge erkennen. Ganz unten sind meistens die beiden lateral und dorsal in der äußeren Röhre auftretenden Längshäutchen noch frei (Fig. 5 *H*), erst weiter oben neigen sie zu einem Hohlzylinder, der zweiten inneren Röhre, zusammen und verwachsen schließlich mit den ventralen Rändern (Fig. 6 und 7 *Ri*). Noch weiter oben schnürt sich die dorsale Anwachsstelle, welche die äußere und die innere Röhre verbindet, immer mehr ein, so das die zweite Röhre endlich ganz frei im Lumen der äußeren Röhre verläuft (Fig. 8, Fig. 9 *Ri*). Unter dem Mikroskop zeigen die Häutchen, durch deren Zusammenneigen die innere Röhre gebildet wird, zahlreiche Gefäßbündel mit Treppengefäßen, die sich schon makroskopisch durch Längsrippen erkennen lassen. Die Epidermiszellen der häutigen Blättchen sind stark verdickt (Fig. 14); auch die Zellschichte unterhalb der Epidermis zeigt unregelmäßige collenchymatisch verdickte Wände. Die dünnen Randteile der Häutchen, wenn diese nicht verwachsen sind, haben keine Gefäßbündel und bestehen schließlich nur aus

[1] Kerner A., Pflanzenleben, 1891, Bd. I, p. 316.

zwei Zellreihen, der oberen und unteren Epidermis (Fig. 15); beide haben stark verdickte Wände. Von der Fläche gesehen, weist die Epidermis dieser häutigen Blätter ein ähnliches Bild wie die Epidermis der Grasblätter im allgemeinen auf. Sie besteht aus langgestreckten schmalen Zellen mit gewellten Wänden (Fig. 18). Gegen den Rand des Häutchens werden die Zellen noch länger und schmäler und die Wellung verliert sich. Zwischen diesen langgestreckten Zellen liegen kleine isodiametrische, bisweilen bisquitförmig eingeschnürte Zellen (Fig. 15 *K*), wahrscheinlich Kieselzellen. Auch völlig ausgebildete Spaltöffnungen sind in ziemlicher Anzahl vorhanden, was immerhin erwähnenswert ist, da diese Häutchen ja ganz im Hohlraum der äußeren Röhre eingeschlossen sind, und die Spaltöffnungen nie in die Lage kommen können, ihre Funktion auszuüben. Die Spaltöffnungen sind in Reihen angeordnet; sie enthalten in ihren Schließzellen kein Chlorophyll.

Ferner sind zweierlei Trichome zu sehen. Die einen, in geringerer Anzahl vorhandenen, sind mehrzellig, zylindrisch mit abgerundeten Enden (Fig. 15 *T*), die Zellen sind mit Plasma erfüllt. In viel größerer Zahl entspringen derbere einzellige Haare der Oberhaut. Sie sind kegelförmig zugespitzt und besitzen eine verdickte Membran (Fig. 8 T_2). Sie sind es, welche den häutigen Blättern oft einen seidenartigen Glanz verleihen.

Innerhalb dieser zweiten, der inneren Röhre aber ist, wie die Querschnittserie zeigt, noch bevor sie sich von der äußeren Röhre abschnürt, dorsal abermals ein Längswulst hervorgetreten (Fig. 6 *Sp*), an dessen Seiten abermals zwei Längsmembranen hervorwachsen (Fig. 7 *Ri'*). Diese neigen wieder zusammen und bilden so eine dritte innerste Röhre (Fig. 9 *Ri'*). Der Längswulst selbst erscheint von dieser Röhre, die sich jedoch erst ziemlich hoch oben ausbildet, umschlossen. Er ist anfangs dorsal noch angewachsen, trennt sich weiter oben ganz von der Wand los und verlauft endlich als freier Faden in der dritten innersten Röhre (Fig. 7, 8 *Sp*).

Die äußere, schlauchartige Röhre, in der sich alle diese komplizierten Gebilde befinden, verdickt sich in einer Entfernung von 5 bis 8 *cm* vom unteren Ende, wie anfangs erwähnt zu einer knotenartigen Anschwellung (Fig. 9 *Kn*) von saftgrüner Farbe; von da an bleibt die äußere Röhre dunkelgrün, während sie im unteren Teil gelblichgrün war. Sie wird immer dünner, um endlich in den bis zirka 25 *cm* langen, dünnen, griffelartigen Faden auszugehen.

Diese knotenartige Anschwellung läßt auf den ersten Blick eine Ähnlichkeit des ganzen an Stelle des Pistills stehenden Gebildes mit einem halmartigen Sproß vermuten. Die Untersuchung aber zeigt, daß es sich keineswegs um einen kompakten Knoten handelt, sondern nur um eine Verdickung der Wand des äußeren schlauchartigen Blattes, um einen sogenannten, bei den Gramineen häufigen Scheidenknoten. Das Gewebe dieser verdickten Wandstelle ist, mit dem der unteren Schlauchwandung verglichen, kleinzelliger und chlorophyllreicher, sonst sind keine nennenswerten Unterschiede vorhanden. Die Gefäßbündel verlaufen nicht etwa wie in einem echten Knoten schief, sondern setzen sich durch die verdickte Wandung geradlinig fort. Der Hohlraum des äußeren Schlauches setzt sich durch die knotenartige Verdickung kontinuierlich fort und

wird von der inneren Röhre durchzogen, die im Querschnitt bei den meisten der untersuchten Schläuche ein ganz charakteristisches Bild (Fig. 8 *Ri*, *Ri'*, Fig. 13) bietet. Die beiden häutigen Blätter, durch deren Zusammenneigen sie gebildet wurde, sind ventral verwachsen (Fig. 8, 13 *Ri*), so daß die innere Röhre wie die äußere geschlossen erscheint. Von der dorsalen Wand dieser inneren Röhre springen abermals zwei Häutchen vor, die sich meist vielfach falten, an ihrer Außenseite oft flügelartige Anhänge tragen und bogenförmig zusammenneigen (Fig. 13 *Ri'*). In dem so gebildeten innersten Hohlraum verlauft frei ein auf dem Querschnitt kreisrunder Faden. Meist sieht man im Knoten, um die zweite, innere Röhre spiralig herumgedreht, diese mit der äußeren Röhre verbindend, ein eigentümlich gestaltetes Blättchen (Fig. 9 *Bl'*). Ungefähr 3 bis 4 *mm* über dem Ansatz dieses Blättchens ist die äußere Röhre von einem dünnhäutigen Diaphragma durchsetzt, welches kreisförmig durchbrochen ist und die innere Röhre frei hindurchläßt (Fig. 9 *L*).

Ungefähr in der Höhe, wo dieses Diaphragma den Hohlraum der äußeren Röhre durchzieht, beginnt das häutige Blatt, das die innere Röhre bildet, sich spiralig zu drehen (Fig. 9 *Ri*). Die innere, zweite Röhre reicht nicht in den griffelartigen Fortsatz der äußeren Röhre hinein, sondern endet meist 3 bis 5 *cm* über der knotenartigen Verdickung frei im Hohlraum der äußeren Röhre. Das Ende der inneren Röhre ist nun ganz eigentümlich gestaltet. Es zeigt in den typischen Fällen zwei kapuzenartig übereinander gestülpte, spiralig gedrehte Blättchen, die miteinander verwachsen sind und von denen das obere in eine geschlossene Spitze ausläuft (Fig. 9 *K*, *K'*). Das mikroskopische Bild dieser kapuzenartigen Blättchen zeigt ein dichtes Netz von parallel verlaufenden und durch quere Anastomosen verbundenen Treppengefäßen. Die Epidermis trägt Spaltöffnungen in sehr großer Anzahl. Im Gewebe drin sieht man hier und da elliptische große Gebilde, die fast den Eindruck erwecken, als ob es sich um gallenerzeugende Organismen handeln würde.

Im Innern der so abgeschlossenen inneren Röhre verläuft der schon früher erwähnte zylindrische Faden. Meist ist dieser Faden bis in die Gegend des Knotens an die dorsale Wand der inneren Röhre angewachsen und verlauft erst weiter oben frei in ihrem Hohlraum. In vielen Fällen aber entspringt er ganz am Grunde des äußeren Rohres und durchzieht den Hohlraum desselben der ganzen Länge nach vollständig frei. Sein Ursprung aus dem mittleren Teil der Schlauchbasis und auch seine sonstige Lage und Gestalt lassen diesen Faden als Fortsetzung der Achse erscheinen. Ein Querschnitt durch diesen Achsenfaden zeigt einen regelmäßig gebauten Gewebszylinder, der stets zwei typische Gefäßbündel enthält. Die Epidermis des Zylinders trägt besonders viele Spaltöffnungen.

Wenn wir den oberen Teil dieses Achsengebildes aus der inneren Röhre herauspräparieren (Fig. 9 *Sp*), so sehen wir ihn an einer oder auch an mehreren Stellen kragenartig von einem dünnen Häutchen umgeben, das an einer Art von Knoten zu entspringen scheint. Das Häutchen besteht aus einer einfachen Zellplatte, förmlich aus einer Anzahl von untereinander verwachsenen Trichomen. Innerhalb dieses Kragens (Fig. 9 *Kr*) entspringt abermals ein die Achse bis über ihre Spitze einhüllendes Blatt (Fig. 9 *H*). Auch dieses erscheint oft spiralig

gedreht, zeigt eine knotenartige Anschwellung und wiederholt so das Bild der äußeren und der inneren Röhre. Die Zellen dieses häutigen Blattes, das ebenfalls viele Spaltöffnungen besitzt, enthalten eigentümliche, stark lichtbrechende Körperchen. Die eingehüllte Achse selbst endet innerhalb dieses letzten Häutchens mit einer abgerundeten Kuppe. Die Zellen dieser Kuppe sind klein, isodiametrisch, anscheinend meristhematisch und, was besonders auffallend erscheint, dunkelblaugrün gefärbt.

Der im vorhergegangenen geschilderte Aufbau kommt, wie schon eingangs erwähnt, nur den im unteren Teil der Kolbenspindel entspringenden großen typischen Ährchen zu. Aber auch bei diesen zeigen sich verschiedene Abweichungen vom normalen Bau. So z. B. kommt es oft vor, daß in den ersten Schnitten der Querschnittserie, also an der Basis des an Stelle des Pistills stehenden Gebildes statt eines zwei Hohlräume auftreten; in jedem derselben zeigt sich eine häutige Membran. Die beiden Hohlräume sind dann durch einen medianen Gewebekomplex, in dem die Fortsetzung der Achse liegt, voneinander getrennt. Dieser Gewebestreifen schnürt sich ventral immer mehr ein, so daß endlich die beiden Hohlräume sich zu einem einzigen vereinigen. Eine andere häufig vorkommende Abweichung besteht darin, daß die häutigen Blätter, die die innere Röhre bilden, nicht nur dorsal mit dem äußeren Schlauch verwachsen sind, sondern sich auch ventral so eng an seine Wand legen, daß nur eine einzige Röhre da zu sein scheint, deren Wandung aber in Wirklichkeit aus der äußeren und der inneren Röhre gebildet wird. Ferner verwischen oftmals Verwachsungen der häutigen Blätter untereinander das normale Bild, ebenso auch flügelartige Bildungen auf denselben. Ferner treten noch Komplikationen ein infolge des Auftretens von weiteren Hohlräumen in den breiten Ansatzteilen der Membranen.

Immerhin ist doch bei der größten Zahl der 40 teils durch Längsschnitte, teils durch Querschnittserien untersuchten, am unteren Teile der Kolbenspindel entspringenden Ährchen der morphologische und anatomische Aufbau übereinstimmend gefunden worden. Dagegen erscheinen die an der Spitze der Kolbenspindel entspringenden Ährchen verkrüppelt und in bezug auf die inneren Organe verkümmert. Es gibt da Schläuche von nur 1 *cm* Länge (Fig. 10), die auf dem Längsschnitt nur eine zentrale, im übrigen leere Höhlung zeigen oder etwas längere schmale Röhren (Fig. 11), aus deren Basis die Blütenachse als schwaches, 3 bis 5 *mm* langes Gebilde in das Röhrenlumen hineinwächst (Fig. 11 *Sp*).

Nun wäre noch die Deutung der beschriebenen Monstrosität zu geben. Mit Krafft und Hackel stimme ich darin überein, daß die schlauchartige Röhre des an Stelle des Pistills stehenden Gebildes als das metamorphosierte Pistill aufzufassen sei. Dabei wäre der breite fleischige Teil der Röhre (Fig. 9 bis *L*) als Vagina, das Häutchen *L* als Ligula und der über letzteres hinaus sich erstreckende und griffelartig verdünnte Teil als Lamina aufzufassen. Die Ligularbildung *L*, durch die deutlich

der eigentliche Fruchtknotenteil von dem griffelartigen Faden getrennt wird, kann also zur Bestätigung der schon öfter ausgesprochenen Ansicht dienen, daß das Gehäuse des Fruchtknotens eigentlich aus dem Scheidenteil der obersten Blütenblätter hervorgeht, während Griffel und Narbe dem Stiel und der Spreite, beziehungsweise der letzteren allein homolog sind. Diese Ansicht findet sich unter anderem auch bei Kerner[1] und Masters[2] ausgesprochen.

Was nun den inneren, von diesem schlauchartigen Fruchtblatt umhüllten Teil anlangt, so ist die Ansicht Krafft's gewiß nicht zu akzeptieren, der in diesem inneren Teil das von seinen Integumenten umhüllte Ovulum sieht und die Blütenachse mit diesem abschließen läßt. Das undifferenzierte Gebilde, das sich bei den von ihm untersuchten Ährchen innerhalb des Schlauches befand, mag wohl diese Deutung zugelassen haben. Dagegen sieht schon Hackel in dem auch bei seinen Ährchen nur 3 *mm* langen, abgeflachten Gebilde einen modifizierten, beblätterten Sproß, in den sich die Blütenachse fortsetzt. Auch die von mir beobachteten 6 bis 8 *cm* langen und sehr komplizierten Bildungen innerhalb des äußeren Schlauches lassen eine der von Hackel aufgestellten ähnliche Deutung zu. Die innere Röhre wäre darnach ein zweites, dem Fruchtblatt ähnliches Blatt; flügelartige Häutchen, wie sie der Scheide dieses Blattes entspringen (Fig. 9 *Bl, Bl'*) scheinen bei abnormen Maispflanzen nicht selten zu sein, da auch Krafft[3] ähnliche Bildungen in der männlichen Blütenrispe erwähnt. Übrigens zeigen auch die Hüllblätter der Seitensprosse bei der normalen Maispflanze auf der Rückseite zwei flügelartige Leisten. Welchen morphologischen Wert die sonderbaren tütenförmigen Gebilde am Ende dieser inneren Röhre (Fig. 9 *K, K'*) haben, läßt sich wohl schwer angeben.

Die innere Röhre entspringt ebenfalls dem Grunde des schlauchförmigen Fruchtblattes und stellt also das erste Blatt eines von hier aus in das Innere des Carpells vorwachsenden Sprosses dar. Dieses erste Blatt ist ähnlich wie das Karpell

---

1 Kerner A., Pflanzenleben, 1891, Bd. II, p. 86.

2 Masters M. T., l. c., p. 539.

3 Krafft G., l. c., p. 39.

selbst gestaltet. Die zuerst gestaute Achse des Sprosses wächst durch die Höhlung dieses Blattes als dünner Faden entweder frei oder zum Teil mit der Blattscheide verwachsen hindurch. Meist kommt es etwas höher an der Achse noch zur Ausbildung eines dritten Blattes (Fig. 8 *Ri'*). Alle diese drei Blätter erscheinen wenigstens teilweise längs ihrer Dorsalseite miteinander verwachsen (Fig. 7, 13). Die als dünner Faden aufwärts ziehende Achse erzeugt in ihrem weiteren Verlaufe bisweilen noch knotenartige Bildungen, an denen sich dann auch als Ansatz zur Blattbildung ein dünner häutiger Kragen (Fig. 9 *Kr*) vorfindet.

Da sich in unserem Falle innerhalb des geschlossenen Fruchtblattes ein, wenn auch monströs umgewandelter Sproß vorfindet, so ist die im vorhergegangenen beschriebene Bildung als mediane, intracarpellare, foliare Prolifikation [1] zu bezeichnen. Fälle einer solchen sind zwar selten, aber doch schon, namentlich bei Pflanzen mit einer zentralen freien Placenta (Primulaceen) beobachtet worden.[2]

Die Frage nach der Ursache der Mißbildung endlich läßt sich mit ziemlicher Sicherheit beantworten. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigen sich nämlich alle Teile des monströsen Kolbens von Pilzhyphen durchzogen. Im Grundgewebe des äußeren Schlauches (Fig. 16) sieht man die Hyphen namentlich längs der Zellwände gelagert, sie dringen aber auch in die Zellen ein und bilden hier oft baumförmige Verästelungen (Fig. 16 *B*). Vielfach sieht man den Zellkern von den Hyphen umfaßt. Häufig erscheinen an den Enden der Hyphen conidienartige Gebilde abgeschnürt zu sein (Fig. 16 *C*). Oft vereinigen sich ganze Hyphenzüge zu grauen Strängen, welche um die Gefäßbündel herumziehen und um diese polygonale Maschen bilden.

Namentlich an der Spitze der fadenartigen Achse und in den diese umgebenden häutigen Blättern finden sich besonders breite, oft keulig angeschwollene und vielfach umeinander gewundene Hyphen; zwischen ihnen sind hier und da dick-

---

[1] Schneider C. K. und Porsch O., Handwörterbuch der Botanik, 1905.
[2] Masters, l. c., p. 155.

wandige Sporen zu sehen (Fig. 17). An anderen Stellen finden sich auch vergrößerte Zellen des Parenchyms ganz erfüllt mit braunen elliptischen Sporen.

Als ich dem untersuchten Kolben II (Fig. 3) einige Ährchen von der Spitze der Spindel entnehmen wollte und zu diesem Zwecke die tiefer gelegenen größeren Ährchen weit auseinanderbog, fand ich zwischen ihnen versteckt eine etwas über erbsengroße, wohlentwickelte Galle des Maisbrandes, *Ustilago Zea Maydis* P. Magnus. Der Zusammenhang dieser Brandbeule mit den Pilzhyphen im Innern des Kolbens und der Schläuche war von vornherein wahrscheinlich und wurde auf Querschnitten noch klarer, da von Sporen erfüllte Zellen auch einzeln im Gewebe lagen und miteinander sowie mit der Brandbeule durch Hyphenstränge in Verbindung standen. Die Annahme, daß *Ustilago Zea Maydis* P. Magnus als Ursache der Mißbildung zu betrachten sei, erscheint aber auch dadurch gestützt, daß Pilze häufig als Erzeuger komplizierter organoider[1] Gallen auftreten. Die Fälle der Veränderung des Habitus von *Euphorbia* durch *Uromyces pisi,* der Hexenbesenbildung durch *Melampsorella* und der Füllung der *Knautia*-Blüten durch *Peronopora violacea*[2] sind zu bekannt, als daß auf sie näher einzugehen wäre. Interessanter und für den vorliegenden Fall bedeutsamer, weil der Erreger der gleichen Gattung angehört, ist die durch *Ustilago antherarum* bewirkte Umwandlung der weiblichen Blüten von *Melandrium album* und *M. rubrum* Garcke in zwitterige, wo der Pilz die Bildung von Antheren auslöst, in denen er gut zur Sporenbildung gelangen kann.[3]

Die Frage, wie der Pilz so weitgehende Umwandlungen bewirkt, ist ungelöst. Klebs[4] weist darauf hin, daß man nach den bisherigen Erfahrungen künstlich Anomalien nur durch Änderung der allgemeinen Ernährungsbedingungen hervorrufen könne, während die Wirkung des Parasiten meistens

---

[1] Küster E., Über organoide Gallen. Biol. Zentralbl. 1910.

[2] De Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze. Leipzig 1884.

[3] Straßburger E., Versuche mit diöcischen Pflanzen. Biol. Zentralbl. 1900. (Daselbst auch die ältere Literatur.)

[4] Klebs G., Über künstliche Metamorphosen. Abh. d. nat. Ges. z. Halle, XXV. Bd., 1903 bis 1906.

lokaler Natur sei. Allem Anschein nach seien es chemische Stoffe, die die Gallenbildung hervorrufen. Küster[1] wieder nimmt an, daß die organischen Gallen nur durch lokale Ernährungsstörungen hervorgerufen werden und daß bei ihrer Entstehung Giftstoffe von spezifischer Wirkung nicht beteiligt seien. Man könnte für unseren Fall beide Anschauungen insofern vereinen, als doch gewiß tiefgreifende lokale Ernährungsstörungen, wie sie bei einem so massenhaften Auftreten von Pilzmycel im Gewebe der Pflanze, wie es der beschriebene Fall zeigt, sich notwendig ergeben müssen, auch ohne Giftstoffwirkung sicher auf die allgemeinen Ernährungsbedingungen durch Ableitung des Saftstromes etc. von Einfluß sein werden. Dann kann ja auch hier jener Zustand des »affolement«, wie ihn Blaringhem[2] nennt, eintreten, jener ein wenig anthropomorphistisch konstruierte Zustand von pflanzlicher Hysterie, in dem die Pflanze rechts und links vertauscht und zu allerlei Extravaganzen aufgelegt erscheint.

Zusammenfassung.

Die Ährchen der beschriebenen monströsen Fruchtkolben von *Zea Mays* L. zeigen bedeutend vergrößerte Spelzen in der normalen Zahl und Anordnung. An Stelle des Carpells steht ein 10 bis 20 *cm* langer Schlauch, der in einen bis 20 *cm* langen griffelartigen Faden ausgeht. Eine Ligularbildung im Innern dieses Schlauches, die ihn in einen unteren, dem Fruchtknoten, und einen oberen, dem Griffel homologen Teil scheidet, bestätigt die Anschauung, daß der Fruchtknoten der Vagina, der Griffel und die Narbe dem Stiel und der Lamina, beziehungsweise der Lamina allein entsprechen. Der Schlauch enthält in sich als Verlängerung der Achse einen abnormen beblätterten Sproß. Die ganze Bildung ist also als mediane intracarpellare, foliare Prolifikation aufzufassen. Die wahrscheinliche Ursache der monströsen Ausbildung ist der Maisbrand, *Ustilago Maydis* P. Magnus.

[1] Küster E., l. c.

[2] Blaringhem L., »Mutation et Traumatismes«. Paris 1908.

Figurenerklärung.

Für die Herstellung der Photographien (Fig. 1 bis 8) bin ich Herrn Assistenten E. Quietensky zu Danke verpflichtet. Die Zeichnungen sind von mir, soweit mikroskopisch, mit dem Abbe'schen Zeichenapparat hergestellt.

Fig. 1. Vergr. $^2/_3$. Kolben I.

Fig. 2. Vergr. $^1/_1$. Einzelnes, schwächeres Ährchen, unten von Spelzen umhüllt. Die knotenartige Anschwellung bei *Kn* nur undeutlich zu sehen.

Fig. 3. Vergr. $^1/_3$. Kolben II. Die unteren Ährchen bereits zum Zwecke der Untersuchung abgeschnitten. Bei *Br* Brandkorn.

Fig. 4 bis 8. Vergr. $^2/_1$. Querschnittserie durch kräftiges Ährchen, Fig. 4 und 5 durch den basalen Teil, Fig. 6 vor der knotenartigen Anschwellung, Fig. 7 und 8 durch den Knoten selbst. *G* Rinne mit Gelenkzellen, *Ra* äußere Röhre, *Ri* innere Röhre, *Ri'* innerste Röhre, *Bl* flügelartige Blättchen, *Sp* Achse.

Fig. 9. Vergr. $^2/_1$. Längsschnitt durch typisches Carpell. *A, A'* solider Ansatzteil, *Ra* äußere, *Ri* innere Röhre, *Bl* flügelartige Blättchen, *Bl'* spiraliges Blättchen, *Kn* knotenähnliche Verbreiterung der Röhre, *L* Ligularbildung, *K, K'* kapuzenartige Blättchen am Ende der inneren Röhre, *Kr* kragenartiges Blättchen, *Sp* Achse, *H* Hüllblatt der Achse.

Fig. 10. Vergr. $^2/_1$. Verkrüppeltes Ährchen von der Spitze der Kolbenspindel. *Spz* Spelzen.

Fig. 11. Vergr. $^2/_1$. Rudimentäres Carpell von der Spitze der Spindel. *Sp* Achse, *Ra* äußere Röhre, *Kn* knotenartige Erweiterung derselben, *L* Ligularbildung.

Fig. 12. Vergr. $^2/_1$. Vorspelze der verkümmerten zweiten Blüte mit grannenartiger Bildung.

Fig. 13. Vergr. $^{15}/_1$. Querschnitt durch die innere Röhre in der knotenartigen Erweiterung. *Ri* innere, *Ri'* innerste Röhre, *Sp* Achse.

Fig. 14. Vergr. $^{240}/_1$. Querschnitt durch das die innere Röhre bildende häutige Blatt.

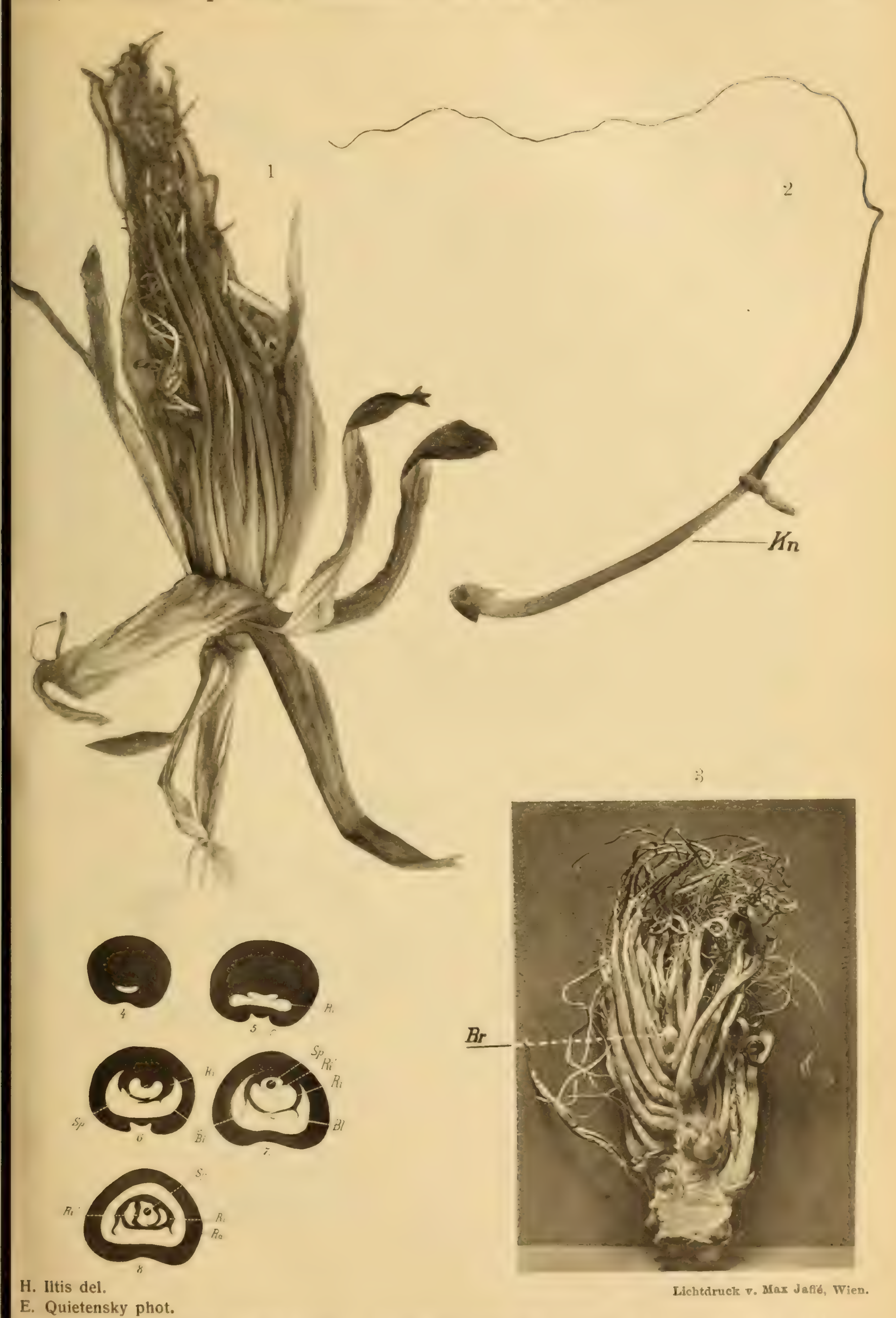
Fig. 15. Vergr. $^{240}/_1$. Querschnitt durch den dünnen Randteil desselben Blattes.

Fig. 16. Schnitt durch das Parenchym des äußeren Schlauches. *B* baumartige Verästelung der Pilzhyphen, *C* conidienähnliche Bildungen.

Fig. 17. Vergr. $^{240}/_1$. Pilzhyphen, keulig angeschwollen aus der Spitze der Achse.

Fig. 18. Epidermis des die innere Röhre bildenden häutigen Blattes. T_1, T_2 Trichome, *K* Kieselzellen.

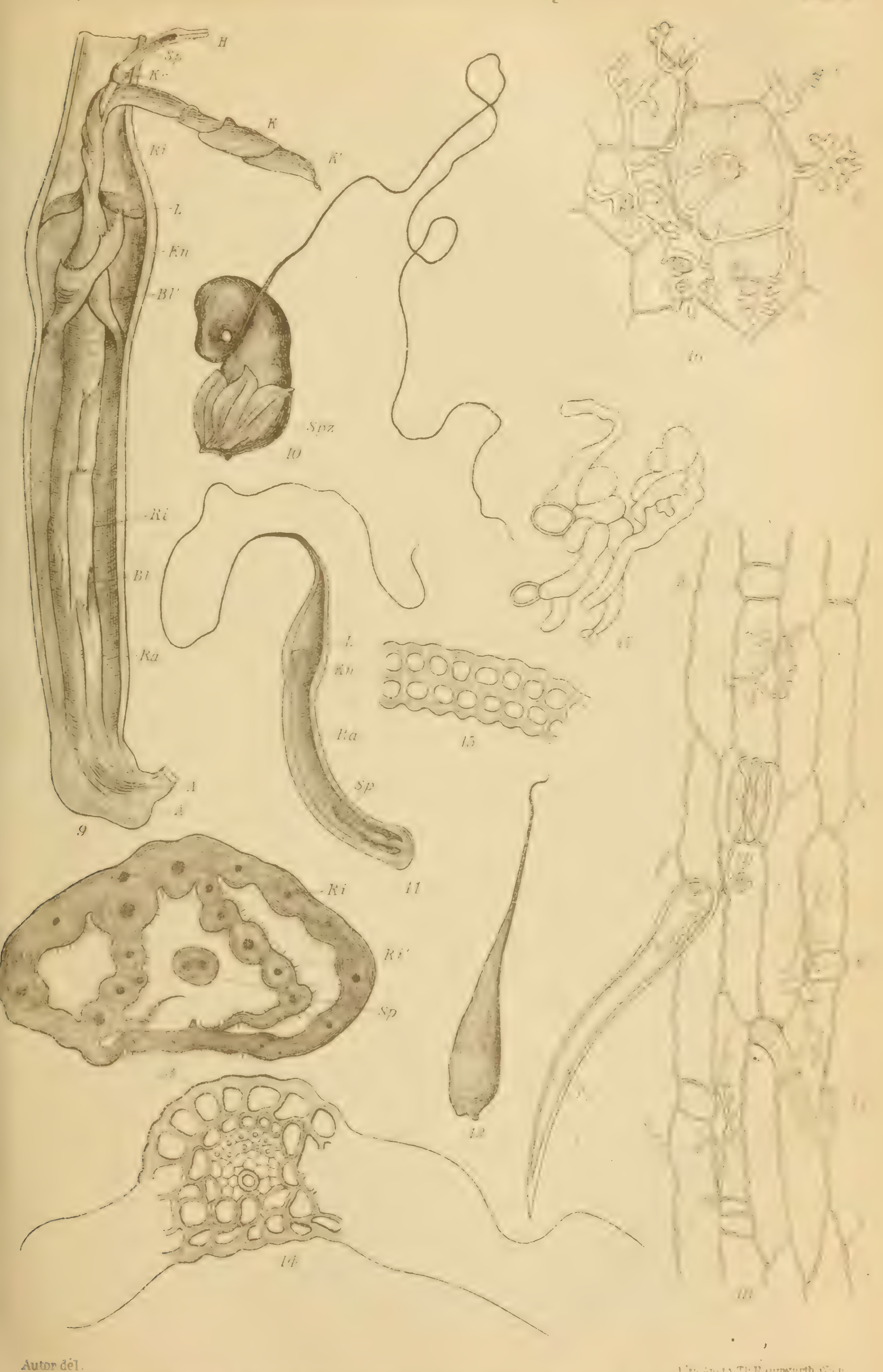




H. Iltis del.
E. Quietensky phot.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.





Autor del.

Lith.Anst.v. Th. Bannwarth Wien.



Dynamogeologische Studien

von

Hans Höfer.

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Mai 1910.)

I. Bruchlose Faltung der Gesteine. Zum Mechanismus der Gebirgsbildung.

Wird ein unvollkommen elastischer Körper innerhalb einer bestimmten Grenze deformiert und derselbe sehr lange Zeit so belassen, so tritt ein spannungsloser Zustand ein; die elastische (vorübergehende) Deformation ist in die bleibende übergegangen. Der Körper verhält sich von da ab, als hätte er ursprünglich eine kleinere Deformierung erlitten, weshalb er neuerdings weiter deformiert werden kann. Dies kann in Intervallen fortgesetzt und so der Körper weit über seine ursprüngliche Deformationsfähigkeit gebogen werden.

Daraus folgt auch, daß in dem Begriffe Deformationsfähigkeit ein neuer Faktor, »die Zeit«, eingefügt werden muß, was insbesonders vom geologischen Standpunkte von großer Bedeutung ist.

Erfolgt eine Deformation so allmählich, daß hierbei die Moleküle immer wieder Zeit finden, ins spannungslose Gleichgewicht zu kommen, so kann diese Umformung die weitesten Grenzen erreichen.

Zur Aufklärung der Schichtenfaltung steht uns jedoch Zeit in reichlichstem Maße zur Verfügung. Je größer die ursprüngliche Deformationsfähigkeit eines Gesteines ist und in je kürzerer Zeit die Moleküle in den spannungslosen Gleichgewichtszustand übergehen, desto rascher und vollkommener können bruchlose Schichtenbiegungen vor sich gehen.

Wenn die Schnelligkeit, mit welcher die Deformation fortschreitet, größer ist als jene, mit welcher das Material die ihm

durch die Deformation erteilten Spannungen wieder verliert, so erfolgt Bruch. Die Umbiegung der Schichten in unmittelbarer Nähe des entstandenen Risses ist eine lokale Dehnungserscheinung, wie solche dem Bruche stets vorauszugehen pflegt.

Diese Betrachtungen erklären auch die wiederholt beobachtete und meines Erachtens bisher noch nie befriedigend erklärte Tatsache, daß in ein und derselben Faltung manche Schichten bruchlos gebogen, andere jedoch — man sagt, die spröderen Gesteine — zerrissen sind; diese letzteren können jedoch in einem anderen Faltungsgebiete, in welchem die Deformation langsamer vor sich ging, bruchlos gebogen sein.

Verwerfungen in einem System gleichartiger, gebogener Schichten markieren sekundäre Spannungen, welche bei der Biegung örtlich auftraten, d. h. Stellen, an welchen die Deformation eine andere als an den gefalteten Stellen des Schichtensystems war. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, in welcher Art die Beanspruchung des Materials, des Gesteines erfolgte. Dieses hat für Biegung einen größeren Festigkeitskoeffizienten als für Zug; wo sich letzterer innerhalb der deformierten Masse, wie z. B. bei den überkippten Schenkeln der Falten, einstellte, konnte ein Riß (Bruch) erfolgen, während die Schichtenbiegung ganz bruchlos weiter fortschreiten konnte. Verwerfungen markieren somit jene Flächen im gefalteten Gebirge, in welchen während der Deformierung Zugspannungen relativ rasch auftraten.

Die Zahl der Verwerfungen in gleichen Volumen zweier gleicher Schichtenkomplexe wäre somit auch ein relatives Zeitmaß für die Dauer der Deformation, falls diese da wie dort die Biegung in gleichem Maße bewirkte.

Geschichtete Gesteine gestatten eine leichtere Verschiebung der Teilchen als die massigen, weshalb erstere bruchlos gefaltet werden konnten, während die letzteren zerbarsten.

Ein anderer wichtiger Faktor, der bei der bruchlosen Schichtenfaltung mitwirkte, ist der Druck, unter welchem die deformierten Schichten insbesonders durch das Gewicht der auflastenden Gesteinsmasse stand.

Wird ein unbelasteter Körper, z. B. eine Platte, gebogen, so können an der Stelle eines Buges infolge der sich in ihm

entwickelnden Zugspannung Risse entstehen; hierbei sind die Elastizitätseigenschaften und die Dicke der Platte sowie der Grad des Buges (Krümmungsradius der Biegung) von Einfluß.

Wird jedoch dieselbe Platte in einem unter hohen Druck stehenden Medium gebogen, so würde die Wirkung der algebraischen Summe von Druck und Zug — dieser negativ gerechnet — entsprechen. Fällt diese Summe positiv aus, d. h. ist der Druck größer als der Zug, so können in den Biegungen keine Risse entstehen.

Damit ist auch die Erklärung für den Kick'schen Versuch gegeben, der trotz seiner großen Bedeutung für die Erklärung der bruchlosen Faltung in Geologenkreisen nur wenig bekannt zu sein scheint, weshalb ich ihn kurz erwähne.

F. Kick[1] schloß Marmorzylinderchen in knapp passende Hüllen aus Eisen und füllte die Zwischenräume mit Wasser aus. Das Ganze wurde gebogen, wobei sich nachher zeigte, daß die Marmorzylinderchen bruchlos gebogen waren. Kick sagt: »Die Deformation des Marmors fand hierbei so statt, als wäre derselbe eine plastische Masse gewesen, und nach dem Zerschneiden war ersichtlich, daß derselbe seine ursprünglichen Eigenschaften nicht geändert hatte.«

Auch das Biegen des Holzes in den sogenannten gebogenen Holzmöbeln ist ein ganz analoges Experiment der Technik. »Das Biegen der Holzlatte erfolgt über eine eiserne Form, wobei an der Außenseite der zu biegenden Latte ein Bandeisen angelegt und mitgebogen wird, damit die gespannte Faser Stützung findet und Einreißen oder Spalten vermieden wird.« [2]

In beiden Fällen wirken die knapp anliegenden Umhüllungen als Druck auf den eingeschlossenen Gegenstand und die durch Zug bedingten Risse werden hintangehalten, da der Druck größer als der Zug ist.

Beim Biegen des Holzes kann man weder einen plastischen Zustand noch einen kataklastischen Bruch mit nachträglicher Verkittung annehmen. Die erwähnten Versuche beweisen, daß

---

[1] Das Gesetz der proportionalen Widerstände, Leipzig 1885, p. 76.

[2] F. Kick: Vorlesungen über mechanische Technologie, 2. Auflage, Wien 1908, p. 358.

sich verschiedene Materialien unter großem Druck bruchlos, d. h. weit über ihre Elastizitätsgrenze deformieren lassen; es scheint dies eine allgemeine Eigenschaft der Körper zu sein, zu deren Erklärung es nicht notwendig ist, besondere innere Vorgänge anzunehmen, ebensowenig als bei der Deformierung innerhalb geringer Grenzen.

II. Die sogenannten fossilen Regentropfen.

Vor Jahren hatte ich durch mehrere Monate auf meinem Schreibtisch eine kleine Flasche in fast steter Beobachtung, in welcher sich der Bohrschmant aus einer Erdölbohrung und darüber eine fast gleich hohe (3 *cm*) Schicht klaren Wassers befand. Ich sah da wiederholt von Zeit zu Zeit ein Gasbläschen aus dem Schlamme sich allmählich empordrängen und, an der Schmantoberfläche angelangt, sich vertikal verlängern. Als die Höhe etwa dreimal so groß wie der Durchmesser war, stieg das Bläschen durch das Wasser auf und zerplatzte.

Auf der Oberfläche des Schmants war an der Bläschenstelle eine kreisrunde vertiefte Narbe mit einem zusammenhängenden kleinen Wall entstanden, welche schätzungsweise 3 bis 4 *mm* Durchmesser und geringere Tiefe hatte. Sie waren den sogenannten fossilen Regentropfen in Form und Verteilung vollends gleich, weshalb ich dieselben in meinen Vorträgen als fossile Gasnarben erklärte.

Auch in dem ausgegossenen breiigen Schmant bei den Erdölbohrungen, über welchen kein Wasser stand, konnte ich wiederholt solche Blasenspuren beobachten; sie können sich somit sowohl ohne als auch mit Wasserbedeckung bilden.

Zu der Deutung der sogenannten fossilen Regentropfen als Gasspuren fühlte ich mich um so mehr veranlaßt, da ich beobachtete, daß die Wirkung des Regens auf die Oberfläche des feinen Sandes oder des Schlammes mit den sogenannten fossilen Regentropfen nur eine ganz entfernte Ähnlichkeit hat. Der Regen bringt hier viele unmittelbar nebeneinanderstehende unregelmäßige Vertiefungen und Erhöhungen hervor, während die fossilen Regentropfen kleine, kreisrunde Vertiefungen mit einer ziemlich scharfen Wulst, in einiger Entfernung voneinander liegend, darstellen, ganz gleich jenen Grübchen an

der Schlammoberfläche in meiner Flasche oder auf der Schmanthalde der Erdölbohrungen.

Zur Erklärung dieser Narben auf den Schichtflächen mußte früher vorausgesetzt werden, daß zur Zeit ihrer Entstehung das feine Sediment wenigstens vorübergehend trocken gelegt war, damit darauf der Regen wirken konnte, während nach meiner eingangs mitgeteilten Beobachtung solche Grübchen sowohl auf einer trocken gelegten Fläche als auch unter dem Wasser entstehen können. Es war in der Sedimentation eine Pause entstanden, während welcher die Gasbläschen aus dem vorhandenen Sediment emporstiegen und die Narben bildeten. Bei neuerlicher Zufuhr von Schlamm oder feinem Sand in Wasser wurde die narbige Schicht bedeckt. So konnten die Grübchen gut erhalten bleiben und sich an der Unterfläche der darüber abgelagerten Schichte die Abdrücke (Negative) bilden. Hingegen ist dies nicht so leicht möglich, wenn die Schichte mit den kleinen Grübchen trocken lag und dann von Wellen, welche das Deckmaterial brachten, bespült wurden. Man hat zwar auch beobachtet, daß Regentropfen eine ganz seichte Wasserschicht durchdringen und darunter in feinen Sedimenten Störungen an der Oberfläche hervorbringen können, welche jedoch mit den Grübchen, die bisher als fossile Regentropfen gedeutet wurden, nur ganz entfernte Ähnlichkeit besitzen.

Fallen vereinzelt Regentropfen direkt auf die Oberfläche eines feinen Sediments, so bringen sie zwar rundliche Vertiefungen hervor, doch das hieraus verdrängte Material zerstiebt und bildet eine weiter ausgreifende, sehr flache Erhöhung mit rauher Oberfläche, welche jener des fossilen Regentropfens viel weniger ähnlich ist als jene, welche durch das Entweichen der Gasbläschen entsteht.

Das Voranstehende habe ich vor längerer Zeit niedergeschrieben; seine Veröffentlichung veranlassen zwei Publikationen, welche sich ebenfalls mit der Entstehung fossiler Regentropfen beschäftigen.

David Martin publizierte über »Impressions produites par les bulles d'air«,[1] die er in einem Straßeneinschnitt zwischen

---

[1] Bull. soc. géol. France, 1904, p. 50.

Cap und St. Marguerite bei Moulin Neuf (Frankreich) beobachtete, woselbst eine Pfütze mit feinem Bodenschlamm, reich an organischen Teilen, austrocknete. Letzterer entstiegen beim Besonnen Blasen von Stecknadel- bis Haselnußgröße, etwa 12 bis 20 auf einem Quadratdezimeter, welche im Wasser auf der Schlammoberfläche hängen blieben. Der einsetzende Mistral bewegte das Wasser und die Blasen, ersteres verdunstete und die Schlammoberfläche war mit Näpfchen von 4 bis 12 *mm* Durchmesser und 2 bis 6 *mm* Tiefe bedeckt. Sie waren teils kreisrund, teils in der Richtung des Mistrals oval mit überhängender Wand und hatten einen wulstigen Rand. Diese Eindrücke glichen ganz den sogenannten fossilen Regentropfen in den Vogesensandsteinplatten.

Die Mitteilung D. Martin's bestätigt vollends meine durch längere Zeit hindurch angestellten Beobachtungen. Durch diese wiederholten und unter zum Teil verschiedenen Verhältnissen erhaltenen übereinstimmenden Ergebnisse gewinnt die Erklärung der sogenannten fossilen Regentropfen als Gasnarben sehr an Wahrscheinlichkeit; unter keiner Bedingung können sie auf die Wirkung der Regentropfen bezogen werden.

Vor kurzem kam mir eine von Wilhelm Bickel in Brotherode (Thüringen) verfaßte Broschüre: »Die Entstehung der sogenannten fossilen Regentropfen«[1] zu. Der Verfasser beantwortet diese Frage an der Hand seiner Fundstücke aus dem Rotliegenden Thüringens. Er lehnt zuerst den Zusammenhang dieser Erscheinung mit Regentropfen entschieden ab. Die Anschauung, daß diese Gebilde durch aufsteigende Luftbläschen entstanden seien, wie dies bereits Dr. Zimmermann annahm, findet Bickel ebenfalls nicht zutreffend; er findet in morphologischer Hinsicht zu wenig Ähnlichkeit mit jenen kugelrunden (?) Höhlungen, die nach dem Zerplatzen der Luft- oder Gasblasen im Schlamme zurückbleiben. Der wesentliche Unterschied wird jedoch dadurch bedingt, daß Bickel die Abdrücke der Narben, also das Negativ, für sogenannte fossile Regentropfen hält, die auf der Unterseite der nächsthöheren Schichte auftreten. Die wenigen Gegendrücke — also in unserem Sinne

---

[1] Selbstverlag des Verfassers, 1908.

die Positive — ließen nicht auf eine Entstehung durch Blasen schließen, denn sie waren eigentlich nie kugelrunde, sondern meist geringe, flache Eindrücke. Nun habe weder ich noch hat Martin »kugelrunde« Gasblasennarben gesehen, wir beide beobachteten sie als flache Eindrücke; Martin sagt, ihre Tiefe sei etwa halb so groß wie der Durchmesser.

Bickel erklärt seine sogenannten fossilen Regentropfen — das Negativ — damit, daß eine dicke und wahrscheinlich schwere Flüssigkeit sich an der Sohlfläche, also in der Schichtenfuge, der sie erzeugenden, noch nicht verhärteten Schicht tropfenförmig absetzte. Da er jedoch das Negativ erklärt, ich jedoch das Positiv dieser Bildungen behandle, so brauche ich die soeben mitgeteilte Hypothese nicht weiter kritisch zu erläutern. Es sei bloß noch bemerkt, daß Bickel die meisten sogenannten fossilen Regentropfen dort fand, wo die Walchienreste am meisten vorhanden sind und in dem Grade abnehmen, wie die Walchienvorkommen sich vermindern. Dieses Zusammenvorkommen dürfte nach Bickel's Hypothese schwer zu erklären sein, während es eine Stütze für meine Erklärung ist, da Walchien- und sonstige Reste der rotliegenden Flora doch leicht durch ihre Umwandlung Gasblasen veranlaßt haben können.

Die Bickel's Broschüre beigelegten vortrefflichen Photographien seines Beobachtungsmaterials beseitigen jeden Zweifel, daß er die Negative bespricht. Es steigt unwillkürlich der Wunsch auf, von manchen Platten, wie z. B. von der in Taf. I, III *a* und Taf. IV *b* abgebildeten, Abgüsse zu besitzen, welche die Übereinstimmung mit den Gasblasennarben herrlich zeigen würden. Insbesondere im letztgenannten Bilde treten die Abdrücke der die Narben umschließenden Wülste vortrefflich hervor, deren Erklärung die Tropfenhypothese Bickel's Schwierigkeit bereitet.

In morphologischer Hinsicht, selbstredend abgesehen von der Größe, haben die fossilen Gasnarben eine sehr große Ähnlichkeit mit den Kratern, insbesondere den kleineren des Mondes; diese scheinen durch gewaltige blasenartige Gasausbrüche entstanden zu sein, als die Mondkruste noch in teigartigem Zustande war, eine Anschauung, die bekanntlich auch

von anderen Geologen vertreten wurde. Je spezifisch leichter die eruptierten Gase waren, umso leichter konnten sie, nach den Gesetzen der kinetischen Gastheorie, vom Monde entfernt werden. Die mehr oder weniger regelmäßige Form des Ringwalles gestattet einen Schluß auf den Verlauf des Gasausbruches; erfolgt dieser allmählich, so ist der Ringwall kreisförmig und regelmäßig, wenn es gestattet ist, aus meinen Miniaturkratern in dem eingangs erwähnten Fläschchen einen Schluß auf das Große zu ziehen. Das häufige Fehlen der zentralen Kegel im Ringgebirge stimmt ebenfalls mit meinen Beobachtungen. War der Ausbruch heftiger, so erlitt die Regelmäßigkeit der Narbe, des Kraterbodens und des Walles verschiedene Störungen.

Ergebnisse der mit Subvention aus der Erbschaft Treitl unternommenen zoologischen Forschungsreise Dr. Franz Werner's nach dem ägyptischen Sudan und Nord-Uganda.

XVI. Myriopoden

von

Dr. **Karl** Graf **Attems,**

Assistent am k. k. Naturhistorischen Hofmuseum in Wien.

(Mit 5 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. April 1910.)

Die von Dr. Werner bereisten Gegenden gehören infolge ihrer (im oberen Nilgebiete zum mindesten während des Winters) großen Trockenheit und des Mangels geeigneter natürlicher Versteckplätze[1] wohl zu den myriopodenärmsten Ländern und es ist nicht zu wundern, daß sich nur ein einziger Diplopode in der Aufsammlung findet. Dieser, aus der Gattung *Spinotarsus*, gehört zu den systematisch erst in letzter Zeit bearbeiteten Odontopygiden, einer auf Afrika beschränkten Untergruppe der Spirostreptiden. Über die Verbreitung der Ubiquisten *Scolopendra morsitans* und *Lamnonyx punctifrons* ist wohl nichts zu sagen. Die Auffindung von *Trachycormocephalus afer* in Gondokoro erweitert das Verbreitungsgebiet dieser bisher nur aus Zanzibar und in letzter Zeit von mir auch vom Kilimandjaro beschriebenen Art nach Norden hin. Eine große Zahl von Myriopoden, insbesondere von Diplopoden

[1] Alle von mir in Gondokoro gesammelten Myriopoden fanden sich unter gefällten Stämmen der südlichen Dumpalme *(Hyphena coriacea)* in Gesellschaft von Skorpionen *(Buthus minax)* und Grillen *(Brachytrypes)*. (Werner.)

dürfen wir aus dem Sudan wohl nie erwarten; die letzteren sind auch an ein gewisses Maß von Feuchtigkeit gebunden, das ihnen im Sudan wie auch in Tripolis zu fehlen scheint.

1. **Scolopendra morsitans** L.

Gondokoro; Khar Attar, Sudan (Ubiquist).

2. **Trachycormocephalus afer** (Meire).

Gondokoro (sonstige Verbreitung: Zanzibar, Kilimandjaro).

3. **Lamnonyx punctifrons** (Newp.).

Gondokoro (Ubiquist).

4. **Bothriogaster egyptiaca** Att.

♂ mit 101 bis 103 Beinpaaren; ♀ mit 105 Beinpaaren.

Bei den ♂♂ beginnen die hufeisenförmigen Eindrücke auf dem 31. oder 32. Segment und enden auf dem 37. oder 39. Segment. Bei einem ♀ sind sie auf dem 34. bis 42. Segment sichtbar. Die Hufeisen sind wenig mehr als doppelt so lang wie breit (Breite : Länge = 9 : 20). Die ganze Länge des Hufeisens beträgt ungefähr ein Drittel der Ventralplattenlänge. Es ist hinten sehr deutlich begrenzt und abgerundet, vorn offen. Beim zylindrischen Drüsenhaufen verhält sich Länge zu Breite = 11 : 8. Von ungefähr der Körpermitte an sind die Porenfelder klein und kreisrund. Vom siebenten, von hinten gezählt, bemerkt man erst eine geringe Vergrößerung des Feldes und dann eine Querstreckung. Die letzten drei Porenfelder sind recht groß und ausgesprochen queroval.

Hinterrand der letzten Ventralplatte deutlich winkelig eingeschnitten.

Dr. Werner fand diese Art auf dem Mokattangebirge bei Kairo und in der Lybischen Wüste bei den Pyramiden.

Sonstige Verbreitung: Tunis, Tripolis, Syrien, Palästina, Zypern.

5. **Spinotarsus Werneri** n. sp.

Farbe rotbraun oder gelbbraun, mit einer dunkelbraunen bis schwärzlichen Marmorierung, die sich, je weiter analwärts,

um so mehr zu einem dunklen Querband zusammenschließt, so daß die hinteren Segmente quergeringelt aussehen. Die Rückenmitte der vordersten Segmente ist gelblich aufgehellt. Clypeus licht bräunlichgelb, Stirn und Scheitel schwarzbraun, ebenso die Antennen und das Analsegment, mit Ausnahme der blaßgelblich bleibenden Ränder. Beine dunkel rotbraun.

♂ mit 61 Rumpfsegmenten. Breite 3·2 *mm.*

Kopfschild spiegelglatt; vier Supralabialgrübchen, Interocularfurche und Scheitelfurche deutlich. Innerer Augenwinkel spitz, so weit hereinreichend wie die Antennenbasis; die einzelnen Ocellen gut gewölbt. Antennen schlank und ziemlich lang, bis zur Mitte des sechsten Segmentes reichend.

Der Vorderrand des Halsschildes zieht ganz seitlich ein wenig bogig nach vorn, so daß die Seiten einen kurzen, breit abgerundeten Lappen, der aber nur sehr wenig ausgesprochen ist, bilden. Die gewöhnlichen zwei kräftigen Bogenfurchen außer der den Randsaum abgrenzenden Furche.

Metazoniten glatt und glänzend, mit sehr feinen und seichten, kurzen Längsstricheln. Die regelmäßige Längsfurchung der Unterseite ist sehr fein und ziemlich weitschichtig und reicht nur vorn bis zum Saftloch hinauf; weiter hinten nicht so weit; sie setzt sich als ganz kurze, an der Quernaht stehende Strichel, die schließlich zu Pünktchen werden, noch bis über das Saftloch hinaus fort.

Die vordere Hälfte des Prozoniten hat die bekannten, sehr feinen Ringfurchen, die hintere Hälfte ist ganz glatt. Die Saftlöcher, vom sechsten bis vorletzten Segment reichend, liegen vorn etwas weiter, hinten nur wenig vor der Mitte. Der Fransensaum am Hinterrande der Metazoniten ist hier sehr charakteristisch gestaltet. Durch tiefere Einschnitte werden Abschnitte gesondert, die selbst wieder durch weniger tief gehende Einschnitte in mehrere Spitzen zerfallen. Solcher Spitzen sind oft zwei vorhanden; von diesen zwei Spitzen zerteilt sich die eine dann wieder durch eine seichte Kerbe in zwei Spitzchen oder es sind drei bis vier ungefähr gleich große Spitzen entwickelt, kurz, das variiert sehr. Die tieferen Einschnitte scheinen hier den Zellgrenzen zu entsprechen. Das Innere des ganzen Fransensaumes ist sehr kräftig und regelmäßig längsgestreift,

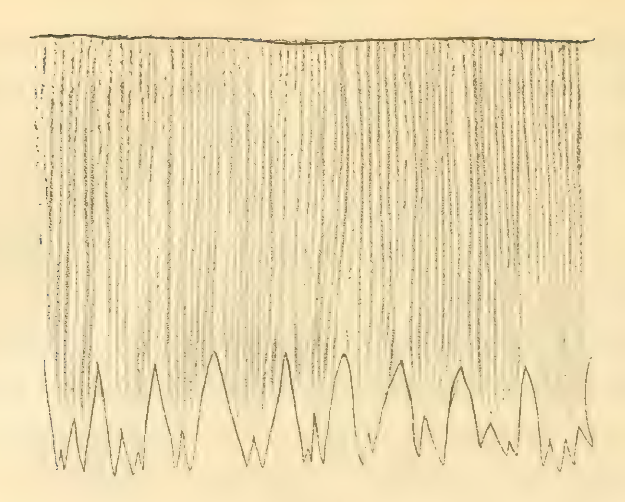


Fig. 1.
Spinotarsus Werneri Att. ♂. Fransensaum des Metazoniten.

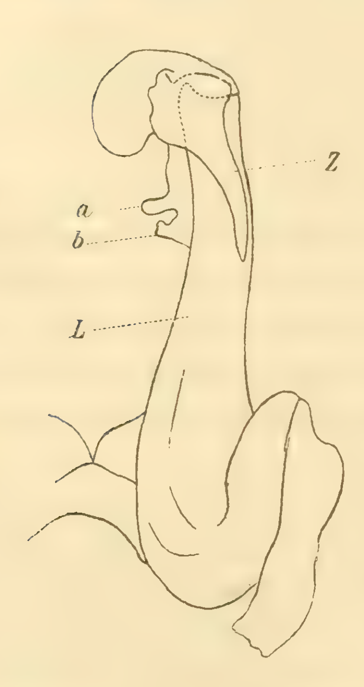


Fig. 2.
Spinotarsus Werneri Att.
Vorderer Gonopode.
Oralseite.

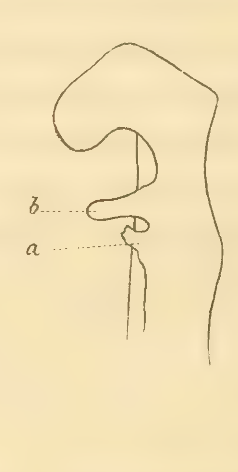


Fig. 3.
Spinotarsus Werneri Att.
Spitze des vorderen Gonopoden von der Aboralseite.

indem schmale helle und dunkle Striche miteinander abwechseln (Fig. 1).

Der vorspringende Teil des Dorsalrandes des Analsegmentes ist spitz, reicht bis zwischen die Dornen der Analklappen und ist seitlich zusammengedrückt, so daß er einen

Kiel bildet. Die Klappen sind wenig gewölbt, mit feinem Randsaum und haben je einen schlanken spitzen Dorn am oberen Ende. Auf und neben dem Randsaum hat jede die gewöhnlichen zwei Borsten. Schuppe ziemlich groß, spitzbogig.

Vom vierten Beinpaar an sind deutliche Tarsalpolster vorhanden, die bis nahe zum Hinterende reichen. Hüften des siebenten Beinpaares am Ende etwas verdickt und stärker beborstet.

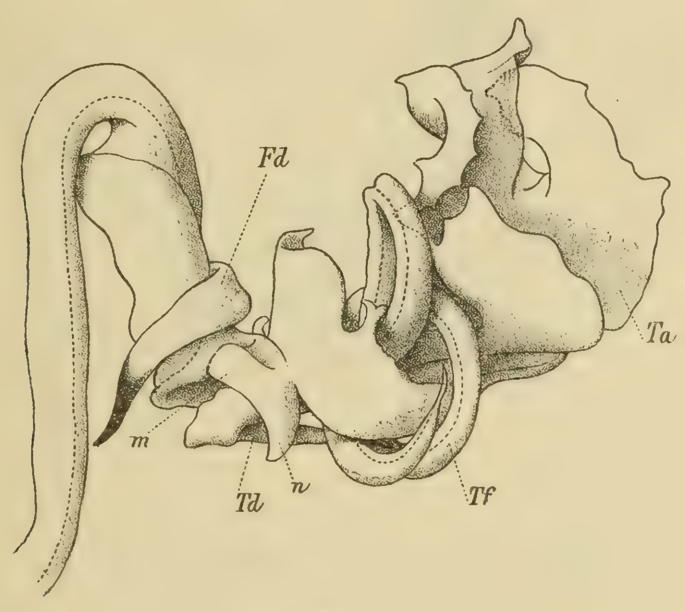


Fig. 4.
Spinotarsus Werneri Att. Hinterer Gonopode.

Gonopoden. Der Innenrand des medialen Blattes des vorderen Gonopoden bildet distal von dem Austritt des hinteren Gonopoden zwei quere Zacken (*a*, *b*, Fig. 2, 3), sein Ende ist ein breit abgerundeter, nach innen und basalwärts gerichteter Lappen, von dem sich auf der Vorderseite ein mit breiterer Basis beginnender und dann in einen kräftigen Dorn verjüngter Zacken (*Z*, Fig. 2) loslöst. Das laterale Blatt *(L)* ist, wie meistens, fast geradrandig und bildet am Ende einen nur ganz kurzen, stumpfen Zacken.

Hintere Gonopoden (Fig. 4, 5). Femur mit langem, anfangs als breites Band anliegendem, mit seiner schwarz gefärbten Endhälfte abstehendem Dorn *(Fd)*. Der Tibialfortsatz

(Tf) mit dem Prostatakanal ist sehr lang, einfach zylindrisch, mehrfach um den Tarsalteil herumgewunden, das Ende zugespitzt; neben ihm steht ein langer, schlanker, gerade distal gerichteter Dorn *(Td)*. Außerdem trägt die kurze Tibia noch zwei kräftige kurze Zacken, von denen der eine (*m*, Fig. 4)

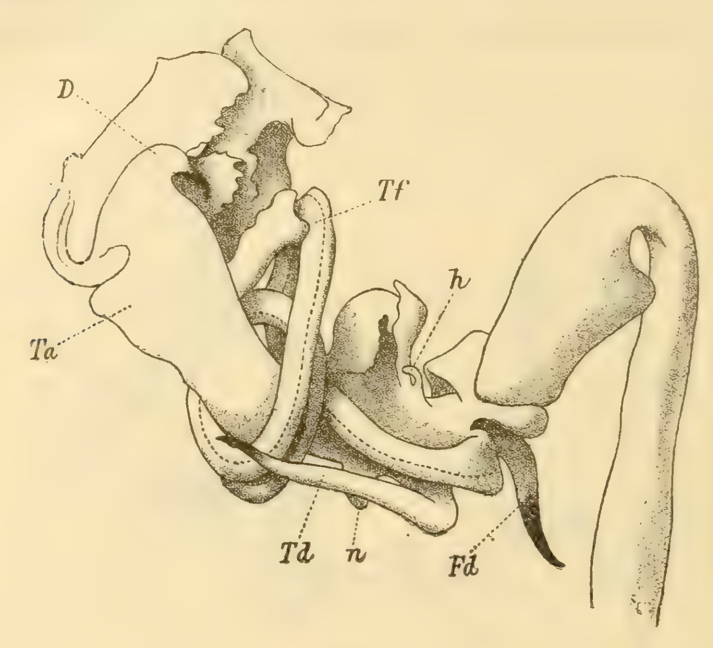


Fig. 5.
Spinotarsus Werneri Att. Hinterer Gonopode.

ganz abgestumpft, der andere *(n)* konisch ist, und einen kleinen Haken *(h)*. Der mit geringerem Durchmesser beginnende und sich bald kelchartig erweiternde Tarsus *(Ta)* ist kraus gefaltet und gezackt. Es fällt ein großer, kräftiger, dunkel gefärbter, hakiger Dorn (*D*, Fig. 5), der für die Gattung charakteristisch ist, auf.

Fundort: Gondokoro, Uganda.

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. V. HEFT.

JAHRGANG 1910. — MAI.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 4 TAFELN UND 17 TEXTFIGUREN.)





WIEN, 1910

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT

des 5. Heftes, Mai 1910, des CXIX. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Preis des ganzen Heftes: 5 K 40 h — 5 M 40 pf.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. V. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.



Untersuchungen über den Bau der parasitischen Turbellarien aus der Familie der Dalyelliiden (Vorticiden).

III. Teil (Schluß).

Das Genus Collastoma

von

Dr. **Bruno Wahl.**

(Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Mai 1910.)

5. Collastoma A. Dörler.

Dörler hat diese von ihm aufgestellte Gattung folgendermaßen definiert: »Entoparasitische Vorticinen mit Pharynx doliiformis, kompaktem, unpaarem Hoden, paarigen Keim- und Dotterstöcken und großer, mit dem Eileiter kommunizierender Bursa seminalis. Der Eihälter stellt nur einen Teil des Atrium genitale dar« (1, p. 33).

L. v. Graf stellte dann folgende Diagnose auf (4, p. 2523):

»Graffillide mit einem kleinen Pharynx und nahe dem Hinterende angebrachter Geschlechtsöffnung. Mit keulenförmigen Germarien, langgestreckten und unverästelten Vitellarien und einem einzigen langgestreckten, glatten Hoden.«

Auf Grund der nachfolgenden Untersuchungen der Spezies *Collastoma minutum* möchte ich die Diagnose der Gattung *Collastoma* in nachstehender Weise abändern:

Dalyelliide mit am Vorderende des Körpers gelegenem Pharynx doliiformis, mit keulenförmigen, paarigen Keimstöcken (Germarien) und langen unverästelten Dotterstöcken (Vitellarien) mit einem unpaaren, median gelegenen, glatten Hodenschlauch und einer dem Hinterende des Körpers genäherten

Geschlechtsöffnung. Die Bursa seminalis ist mit dem Atrium genitale durch einen Ductus communis **und** eine Vagina verbunden.

Unter Zugrundelegung der von mir eingeführten Teilung der Dalyelliiden in *Dalyelliidae* und *Umagillidae* (vgl. 9, p. 52 ff.) wäre *Collastoma* genauer noch als Umagillide zu bezeichnen.

Collastoma minutum nov. spec.[1]

Ich fand dieses Tier zu Ostern des Jahres 1904 in Neapel im Darme von *Phymosoma granulatum* F. S. Leuck. in reichlichen Mengen. Unter 100 untersuchten Wirtstieren waren mehr als die Hälfte (56) befallen und enthielten zusammen 157 Stück Parasiten; die höchste Zahl der Schmarotzer eines Wirtsindividuums betrug 10. Durch Zerzupfen des Darmes von *Phymosoma* kann man die Tiere leicht sichtlich machen; sie schwimmen im Seewasser ruhig und träge dahin, ohne heftige Bewegungen auszuführen oder ihre Form allzusehr zu verändern. Einige Bewegungszustände dieser Tiere sind in Fig. 1 dargestellt; diesen Zeichnungen ist zu entnehmen, daß die Formveränderungen sich bald auf Streckungen des ganzen Körpers, bald auf Kontraktion desselben beschränken und ferner noch auf Einrollungen des Körpers, wobei das Vorderende bis über das Hinterende des Körpers zu liegen kommt. Im allgemeinen ist der Vorderkörper breiter als der Hinterkörper. Vorder- und Hinterende sind abgerundet.

Ungequetscht, im durchfallenden Lichte und bei schwacher Vergrößerung erscheinen die Tiere schmutzig gelblichgrau, die Schalendrüsen am Hinterende des Körpers grau und deutlich erkennbar, die Dotterstöcke mehr bräunlich.

Gequetscht und bei etwas stärkerer Vergrößerung erscheint das Mesenchymgewebe, welches die Grundfärbung der Tiere bedingt, hellgelblich, die Dotterstöcke mehr grau, die Geschlechtsausführungsgänge weißlich.

Die Größe der geschlechtsreifen Individuen beträgt lebend im ungequetschten Zustand etwa 0·7 *mm* Länge und 0·15 *mm* Breite; *Collastoma minutum* ist also kleiner und schlanker als wie

---

[1] Aus grammatikalischen Gründen muß der ursprüngliche Name *Collastoma minuta* umgeändert werden in *Collastoma minutum*.

Collastoma monorchis. Junge Exemplare sind bedeutend kleiner und lassen vom Geschlechtsapparat nur Spuren erkennen; diese Jugendstadien sind nahezu ungefärbt, die Schalendrüsen sind noch nicht erkennbar, Keim- und Dotterstöcke erst in der Anlage vorhanden. Das kleinste von mir beobachtete Individuum war 0·38 *mm* lang und 0·08 *mm* breit, also nur halb so groß wie ausgewachsene Tiere.

Schon im Jahre 1906 habe ich im I. Teile dieser Arbeit (7, Taf. I, Fig. 10) ein Übersichtsbild in den natürlichen Farben veröffentlicht; dasselbe wurde nach einem Quetschpräparat angefertigt.

Die Mundöffnung *(M)* liegt nahe dem vorderen Körperende und darunter liegt der rundliche Pharynx *(Ph)*, an den sich ein kurzer Kropf und dann der Darm *(da)* anschließt. In manchen Quetschpräparaten sah man auch dem Vorderrande des Pharynx aufliegend das Gehirn.

Vom Geschlechtsapparat sind am auffälligsten die beiden unverzweigten und ungelappten Dotterstöcke *(D)*, die nach vorne bis in die Region des Pharynx reichen, dann der unpaare, ventral unter dem Darme und median gelegene Hoden *(T)* sowie die beiden, oft hornartig gekrümmten Keimstöcke *(K)* und endlich die beiden Schalendrüsen am Hinterende des Körpers (in 7, Taf. I, Fig. 10 zwar abgebildet, aber nicht mit Buchstaben bezeichnet).

Ausnahmsweise kann man in stark gequetschten Tieren auch noch einzelne Details der Geschlechtsausführungsgänge (siehe die beigegebene Tafel, Fig. 4) erkennen, so den Penis *(P)*, die Vesicula seminalis *(vs)* und eine derselben angelagerte Körnerdrüse (*krd*); die genaueren Verhältnisse des Baues speziell der weiblichen Hilfsapparate aber kann man erst auf Schnitten studieren. Der Uterus ist in Quetschpräparaten oft nur dann deutlich erkennbar, wenn er eine Eikapsel enthält; diese ist dunkelchromgelb gefärbt, enthält stets zwei Keimzellen (siehe 7, Taf. I, Fig. 11) und ist mit einem kurzen Stiele und zwei langen Geißelanhängen (Filamenten) ausgestattet. Einmal fand ich auch eine offenbar jüngst erst gebildete Eikapsel, die kaum merklich gelb gefärbt war; von den beiden Geißelanhängen war einer abgebrochen, wahrscheinlich infolge

des Druckes des Deckglases, der andere war zirka 1·6 *mm* lang und teils geradlinig, teils wellig verlaufend; gewöhnlich sind die Enden der beiden Filamente zu einem wirren Knäuel aufgewickelt; die Dicke dieser Anhänge der Eikapseln ist im distalen Teile manchmal nur wenig geringer als im proximalen Teile derselben. Die Länge einer Eikapsel betrug ohne den Stiel zirka 0·1 *mm*, die Stiellänge 0·02 *mm*, die Dicke der Kapselwand nach Messungen an Schnitten etwa 2 μ. Die Eikapseln sind oval bis birnförmig, ihr Lumen ist auch gegen das Stielende zu abgerundet. Im Stiele der Eikapseln (Fig. 8, *eks*) sind häufig einzelne Luftblasen oder Dotterschollen vom Schalensekret eingeschlossen. Außer den beiden Keimzellen kann man an frischen Eikapseln auch recht gut die Kernkörperchen der genannten Zellen sowie eine Masse von Dotterschollen erkennen, welche den ganzen übrigen Hohlraum der Eikapsel erfüllen. Wie lange die Eikapseln im Muttertier aufbewahrt werden, habe ich nicht beobachtet; da ich aber nie im Uterus gelegene Eikapseln fand, welche einen in der Entwicklung vorgeschrittenen Embryo enthalten hätten, so vermute ich, daß die Eikapseln bald aus dem Uterus ausgestoßen werden, der vielleicht nur so lange als schützender Behälter für die Eikapsel in Anspruch genommen wird, bis die aus dem Sekret der Schalendrüsen gebildete Kapselwand genügend erstarrt ist, um den darin enthaltenen Keimzellen, beziehungsweise Embryonen genügenden Schutz gewähren zu können; eine direkte Beobachtung hierüber liegt mir nicht vor.

Nach Konservierung erscheinen die Eikapseln mehr oder minder geschrumpft und zeigen daher auch in Schnittpräparaten nicht die normale Form, sondern einen mehr oder minder eckigen, unregelmäßigen Umriß (Fig. 8, *ek*); wahrscheinlich wies die Eikapsel, welche in Fig. 8 im Schnitt abgebildet ist, überhaupt einige Anomalien auf (längerer unpaarer Stiel?).

Histologie.

Die ganze Oberfläche der Tiere ist mit einem dichten Wimpernpelz bedeckt (Fig. 2, *ci*). Die Länge der einzelnen Wimpern beträgt zirka 3 μ, also etwas mehr als die Hälfte der Höhe der Epithelzellen.

Das Epithel *(E)* selbst besteht aus im Querschnitt unregelmäßig polygonalen Zellen, deren Höhe in der mittleren Körperregion etwa 5 μ mißt, gegen das Hinterende und insbesondere aber am Vorderende zunimmt und daselbst etwa 8 μ erreicht. Häufig sind die Zellen im Querschnitt etwas gestreckt, nur zirka 8 μ breit und es liegt der längere Durchmesser von etwa 13 μ annähernd senkrecht zur Längsachse des Tieres. Zwischen derartigen Zellen sind auch einzelne etwas kleinere eingeschaltet, deren polygonale Form sich regelmäßiger gestaltet, indem keiner der Durchmesser die anderen allzusehr übertrifft.

Die Zellgrenzen sind im Hautepithel wohl ausgebildet und färben sich mit Hämatoxylin, insbesondere im oberflächlichen Teile dunkel, wogegen im basalen Teile der Zellen die Grenzen undeutlich werden. Die oberflächliche Schicht der Epithelzellen nimmt gleichfalls eine mehr oder minder dunkle Färbung an, so daß die Zellen oft breit und dunkel gesäumt erscheinen. Dieser Saum (Fig. 2, *Es*) ist auch in stärker differenzierten Eisenhämatoxylinpräparaten wahrnehmbar, wenn auch nicht mehr so dunkel gefärbt wie bei geringerer Differenzierung, beziehungsweise Entfärbung oder wie bei Färbung mit Delafield's Hämatoxylin. Am äußeren Rande dieses Saumes der Epithelzellen lassen sich die Basalkörper *(b)* der Wimpern unterscheiden. Der oberflächliche Epithelsaum verläuft meist nicht geradlinig, sondern wölbt sich über der Mitte jeder einzelnen Epithelzelle etwas nach außen vor und gleicherweise erscheint auch an der basalen Kontur dieses Saumes längs der Zellgrenzen eine Einsenkung der Saumschicht, so daß der Randsaum z. B. in Längsschnittserien sich rundbogenartig über jeder Epithelzelle spannt. Dieser Saum entspricht jedenfalls dem von Dörler bei *Collastoma monorchis* (1, p. 34) als Cuticula beschriebenen Gebilde, doch zweifle ich, daß letztere Bezeichnung berechtigt ist. Durch diesen Randsaum erscheinen die Zellkerne *(ke)* in die tiefer gelegenen Schichten des Epithels gedrängt, sie liegen also mehr basal. Entsprechend der wenig veränderlichen Gestalt der Epithelzellen, die ihrerseits wieder zusammenhängt mit der geringen Formveränderlichkeit dieser Spezies, zeigen auch die Epithelzellkerne ziemlich regelmäßig rundliche Gestalt, die in Schnitten sich der kreisrunden Form

meist nähert und nur manchmal etwas länglich gestreckt oder hornartig gebogen erscheint. Die Kerne enthalten ein Kernkörperchen und zahlreiche Chromatingranula, die sich mit Eisenhämatoxylin tiefschwarz färben. Der Durchmesser der Kerne beträgt zirka $2^1/_2$ μ. Die Kernmembran ist bei manchen Färbungen nur schwer erkennbar.

Unter dem Hautepithel liegt eine sehr feine Basalmembran (Fig. 2, *bm*), in der eine Schichtenbildung ob ihrer Feinheit nicht erkennbar war. Wo sie sich bei der Konservierung unter aufgeblähten Stellen des Epithels findet, behält sie den Zusammenhang mit der darunter gelegenen Hautmuskulatur bei und löst sich vom Hautepithel ab, wie dies so häufig bei den Turbellarien und auch anderwärts beobachtet worden ist.

Die Hautmuskelschichte besteht aus drei Lagen von Muskeln, von denen die Ringmuskellage zuhöchst, also direkt unter der Basalmembran gelegen ist. Die Ringmuskeln (Fig. 3, *rm*) sind völlig regelmäßig angeordnet und weisen feinere Fasern auf, als sie sich in den beiden anderen Muskellagen finden, sie sind auch nie zu Bündeln zusammengefaßt, sondern liegen einzeln und parallel zueinander und in annähernd gleichen Abständen verlaufend. Dementgegen sind die Muskelfasern der Längs- und Diagonalmuskelschichte zwar spärlicher, aber gröber, insbesondere einzelne Längsmuskelfasern sind sogar relativ recht dick; die Fasern der Diagonalschichte *(dm)* sind stets in Bündeln von etwa vier Fasern zusammengefaßt, wogegen die Längsfasern *(lm)* fast stets einzeln liegen. Der Verlauf und die Abstände der einzelnen Längsfasern sowie der Diagonalfaserbündeln sind unregelmäßig. Die Reihenfolge in der Lagerung der Längsmuskeln oder der Diagonalmuskeln zunächst den Ringmuskeln scheint nicht regelmäßig zu sein; ich glaube, manchmal die einen, manchmal die anderen als mittlere Muskelschichte beobachtet zu haben, oder es ließ sich vielfach überhaupt nicht recht entscheiden, welche Lage diese beiden Muskelschichten zueinander aufwiesen. Auffällig war ferner der Umstand, daß öfters aus einem Diagonalmuskelbündel eine einzelne Muskelfaser abzweigte und in der Längsrichtung des Tieres sich fortsetzte, also zu einer Längsmuskelfaser wurde, was auf nähere genetische Beziehungen der

Längs- und Diagonalmuskulatur hinzuweisen scheint, die ja auch hinsichtlich der Dicke der einzelnen Fasern annähernd miteinander übereinstimmen, wenn man von einzelnen außergewöhnlich stark entwickelten Längsfasern absieht. Eine Verzweigung der einzelnen Muskelfasern habe ich nicht beobachtet. Die Kreuzung der Diagonalfasern findet nicht im rechten Winkel statt, sondern es weichen die beiden Sorten der Diagonalfasern in ihrer Richtung von der Längsachse des Tieres um mehr als 45° ab. Die Hautmuskulatur ist im allgemeinen ziemlich kräftig entwickelt.

Das Körpermesenchym erfüllt alle Zwischenräume zwischen der Hautmuskulatur, dem Verdauungstrakt, dem Gehirn und Geschlechtsapparat. Das Mesenchym besteht aus einem fein granulierten Saftplasma, spärlichen, darin eingebetteten, zarten Balken und zahlreichen eingestreuten Mesenchymzellkernen, welche bis zu 4 μ Durchmesser aufweisen können, ein großes Kernkörperchen und eine Anzahl kleinerer Chromatingranula enthalten und in ihrer Form recht wechseln, bald fast kreisrund im Schnitt erscheinen, bald aber sich einer polygonalen oder einer ovalen Gestalt nähern.

Von einer dem Mesenchymgewebe eingelagerten Körpermuskulatur sind nur eine Anzahl dorsoventraler Fasernbündel zu erkennen. Dieser Umstand läßt es uns erklärlich erscheinen, daß trotz der relativ kräftigen Entwicklung der Hautmuskeln diese Tierart doch nicht sehr formveränderlich bei ihren Bewegungen ist. Diese Dorsoventralmuskeln können in manchen Schnitten leicht eine Darmringmuskulatur vortäuschen.

Im Mesenchym finden wir auch eine gewisse Zahl von Vakuolen, die teils völlig klar, teils mit einem Niederschlage teilweise erfüllt sind, der vielleicht als ein Exkretionsprodukt zu betrachten ist.

Die größte Ausdehnung erreicht das Mesenchymgewebe in der vordersten Körperregion, wogegen es in den mittleren und hinteren Körperpartien nur relativ kleine Zwischenräume zwischen den anderen Organen ausfüllt. Histologisch verschiedenartige Partien des Mesenchyms können nicht unterschieden werden.

Hautdrüsen fehlen dieser Art ebenso wie der von Dörler beschriebenen *Collastoma monorchis*. An dieser Stelle sei auch darauf hingewiesen, daß letztere Art (1, p. 34) sich durch den Mangel einer Diagonalmuskelschichte in der Hautmuskulatur und durch eine sehr kräftige Entwicklung der dorsoventralen Körpermuskeln auszeichnen soll, in welcher Hinsicht beide Arten histologisch unterschieden sind.

Das Gehirn ist nur schwach entwickelt und besteht aus zwei seitlichen Anhäufungen von Ganglienzellen, die durch eine mittlere Kommissur verbunden sind, welche an der dorsalen Außenseite ebenfalls von Ganglienzellen bekleidet ist. Das Gehirn liegt knapp vor dem Pharynx und entsendet eine Anzahl Nervenstränge, von denen ein Paar den Pharynx bogenförmig umgreift. Den weiteren Verlauf der Nerven habe ich nicht verfolgt.

Die ventral gelegene Mundöffnung habe ich nahe dem vorderen Körperende gefunden; in der Abbildung der Organisationsübersicht von *Collastoma minutum*, welche ich im Jahre 1906 veröffentlicht habe (7, Taf. I, Fig. 10), erscheint sie unter der Einwirkung des Druckes des Deckglases auf das der Zeichnung zugrunde liegende Tier etwas nach rückwärts verschoben. An der Mundöffnung schlägt sich das Hautepithel um und geht in das wimpernlose und viel dünnere, äußere Pharyngealtaschenepithel über, in welchem man noch hie und da einzelne Kerne erkennen kann, die längliche Gestalt besitzen und deren längerer Durchmesser parallel der Oberfläche des Epithels liegt. Die Pharyngealtasche reicht bis fast zur Mitte des Pharynx zurück, hat also einen relativ ansehnlichen Umfang. Etwa in der Mitte des Pharynx biegt das äußere Pharyngealtaschenepithel um und wird zum inneren Pharyngealtaschenepithel (oder äußeren Pharynxepithel), welches dem äußeren Muskelseptum des Pharynx unmittelbar aufliegt und der Kerne zu entbehren scheint. An der Spitze des Pharynx geht dieses Epithel dann in das Epithel des Pharynxlumens über.

Der Pharynx hat eine recht wechselnde Stellung im Körper. Ich habe in manchen Querschnittserien regelrechte Längsschnitte durch den Pharynx erhalten, was nur dadurch möglich

war, daß die Pharynxachse genau senkrecht zur Längsachse des betreffenden Individuums stand. Andrerseits begegnete ich manchen Individuen, bei denen die Pharynxachse der Längsachse des Tieres nahezu parallel lag. Die Stellung der Pharynxachse ist eben kein charakteristisches Kennzeichen für den Pharynx doliiformis. Auch in Quetschpräparaten findet man nicht bei allen Gattungen und Arten, welche durch den Besitz eines Pharynx doliiformis ausgezeichnet sind, den Pharynx in jener Stellung vor, die L. v. Graff z. B. bei *Provortex balticus, Pr. affinis, Vortex (Dalyellia) armiger* oder bei *Derostoma (Phaenocora) salinarum* abgebildet hat (2, Atlas, Taf. XIII, Fig. 1, 8, 12, 21). Die Stellung des Pharynx in Quetschpräparaten dürfte vielfach mit seiner relativen Größe im Zusammenhange stehen; es erscheint mir plausibel, daß bei Arten, welche durch den Besitz eines relativ großen Pharynx ausgezeichnet sind, dieser bei der Quetschung unter dem Deckglase sich mit seiner Achse in die Längsrichtung des Tieres einstellen und auch bei ungequetschten Individuen — bei manchen Arten immer, bei anderen wenigstens in gewissen Kontraktionszuständen — diese Stellung einnehmen muß, da die Längsachse des Pharynx zu groß ist, um zwischen der dorsalen und ventralen Körperwand eine zur Längsachse des Tieres senkrechte Stellung einnehmen zu können. Hinwiederum bei Gattungen mit einem relativ kleinen Pharynx doliiformis können wir (z. B. bei *Anoplodium* [7, Taf. I, Fig. 5], *Syndesmis* [4, Textfig. 83]) auch in Quetschpräparaten den Pharynx senkrecht zur Längsachse des Tieres gestellt sehen, wie dies sonst typisch beim Pharynx rosulatus (4, p. 2099) beobachtet wird. Die Stellung der Pharynxachse hängt von verschiedenen Faktoren ab; außer dem erwähnten Umstande, daß bei manchen Arten die Länge des Pharynx zu groß ist, um sich senkrecht zur Längsachse des Tieres einstellen zu können, kommen auch noch der allgemeine Kontraktions- und Bewegungszustand des Tieres, die Wirkung der Protraktoren und Retraktoren, welche sich am Pharynx außen ansetzen, und endlich auch noch das Lageverhältnis des Pharynx zum Darm in Betracht. Es ist begreiflich, daß bei einer Gattung wie *Anoplodium*, wo der Pharynx nicht an dem vorderen Ende des Darmes liegt, sondern von dessen

Ventralseite entspringt, sich der Pharynx viel leichter senkrecht zur Längsachse des Tieres stellt, als wenn er an der vorderen Spitze des Darmes gelegen wäre. Wie aber erwähnt, findet sich bei manchen Individuen von *Collastoma minutum* ebenfalls eine solche Stellung des Pharynx, obwohl bei dieser Art der Pharynx am Vorderende des Darmes gelegen ist.

Da auch hinsichtlich der Muskulatur des Pharynx sich nicht durchgreifende Unterschiede zwischen dem Pharynx doliiformis einerseits, dem Pharynx rosulatus und Pharynx variabilis andrerseits feststellen lassen, sind wir gezwungen, als charakteristisches Merkmal des Pharynx doliiformis einzig das Verhalten des Pharynxepithels zu betrachten. Hierzu kommt noch, daß der Pharynx doliiformis immer oder doch fast immer (Opistomum?) der Pharyngealdrüsen ganz oder beinahe zu entbehren scheint.

Wir werden in Hinkunft nur mehr jenen Pharynx als Pharynx doliiformis ansprechen können, dessen Epithel aus langen Zellen besteht, deren jede einzelne durch die ganze Länge des Pharynx reicht, sich weiter noch über das Hinterende des Pharynxbulbus verlängert und in dem hintersten Abschnitt erst den Zellkern enthält; nur ausnahmsweise sind einzelne Zellen etwas verkürzt und finden sich deren Kerne am hinteren Ende des Pharynxlumens. Über die Modifikationen, welche sich innerhalb dieses Typus des Pharynx doliiformis vorfinden können, habe ich eine Mitteilung (9, p. 42 bis 44) im Drucke, die in der Festschrift für Geheimrat Prof. Richard Hertwig (Verlag von Gustav Fischer in Jena) erscheinen wird.

Collastoma minutum hat einen typischen Pharynx doliiformis, und zwar von jener Sorte, wie ich ihn bei *Anoplodium*, *Umagilla*, *Syndesmis* und *Paravortex* gefunden habe und wie ihn A. Lang bereits für *Graffilla parasitica* beschrieben hat (7, p. 109). Auch bei *Collastoma minutum* bilden nämlich die über das hintere Ende des muskulösen Pharynxbulbus verlängerten Abschnitte der Pharynxepithelzellen einen Kropf, wie er bei den genannten Gattungen vorkommt, und es liegen die Kerne der Pharynxepithelzellen in diesen zum Kropf vereinigten Hinterleibern der Zellen (vgl. 9, Taf. 2, Fig. 3). Auf Längsschnitten erscheint das Pharynxepithel im Pharynxlumen

wie längsgestreift, da mehrere Zellen in einem Schnitte übereinanderliegen, in Querschnitten des Pharynx aber sind die Zellen radiär um das Lumen gestellt und deren Grenzen erkennbar. Das Lumen des Pharynx ist insbesondere gegen die Spitze des Pharynx regelmäßig kreisrund, gegen das Hinterende des Pharynx und im Kropfe manchmal etwas unregelmäßig ausgebuchtet.

Die Muskulatur des Pharynx besteht aus einer Schichte innerer Ringmuskeln, die zunächst dem Epithel des Pharynxlumens gelegen und allein kräftiger entwickelt sind; eine innere Längsmuskelschichte scheint überhaupt zu fehlen, wie auch Dörler bei *Collastoma monorchis* eine solche nicht sicher finden konnte und daher selbe mit einem Fragezeichen bezeichnete (1, p. 35); zahlreich und ziemlich regelmäßig sind die Radialmuskeln ausgebildet; ferner finden wir noch eine Schichte zarter äußerer Ringmuskeln und endlich auch schwacher äußerer Längsmuskeln. Die Zwischenräume, welche von der Pharynxmuskulatur im Pharynxbulbus freigelassen werden, sind von Mesenchymgewebe erfüllt; Pharyngealdrüsen fehlen, gleicherweise sind auch dem Pharynx anhängende Speicheldrüsen nicht zu finden. Die Größe des muskulösen Pharynxbulbus beträgt im Querdurchmesser etwa 41 μ, in der Längsachse etwa 57 μ. Infolge der verhältnismäßig geringen Ausbildung der Muskulatur scheint der Pharynx ziemlich formbeständig zu sein.

Einen speziellen Haftapparat, wie Dörler selben bei *Collastoma monorchis* gefunden haben will, konnte ich bei *Collastoma minutum* nicht erkennen. Im übrigen scheint der Pharynx bei beiden Arten der Gattung *Collastoma* sich recht ähnlich zu verhalten. Dörler (1, p. 35) läßt Fortsätze der »Ösophaguszellen« sich durch das Pharynxlumen hindurch erstrecken und am vorderen Rande des Pharynx Plättchen und Kölbchen bilden, die zum Einbohren des Parasiten in die Darmwand des Wirtes dienen sollen. Erstere Beschreibung erscheint richtig, wenn ich die Zellen auch nicht als Ösophaguszellen betrachten kann, sondern direkt als Pharynxepithelzellen ansprechen möchte; was Dörler als »Ösophagus« bezeichnet hat (1, p. 35, und Taf. III, Fig. 10 und 11), ist nichts

anderes als der Kropf, wie er sich bei *Collastoma minutum* und bei den übrigen parasitischen Dalyelliiden vorfindet. Auch bei *Collastoma minutum* sieht man manchmal, daß die einzelnen Pharynxepithelzellen an der Spitze des Pharynx papillenartig vorragen, aber einen eigentlichen Haftapparat und Bohrapparat vermag ich darin nicht zu erkennen.

An den Pharynx und die Pharyngealtasche schließen sich auch noch eine Anzahl Muskeln mit ganz bestimmten Funktionen an. So wie das Hautepithel am Mundrand umbiegt und in das Epithel der Pharyngealtasche übergeht, so schlägt sich an der genannten Stelle auch die Hautmuskulatur um und unterliegt hierbei gewissen Modifikationen. Ein Teil der Muskeln bildet einen sphinkterartigen Schließmuskel aus ansehnlich dicken Muskelfasern um die Mundöffnung, ein anderer Teil aber streicht von der Mundöffnung über die Pharyngealtasche hinweg, inseriert am Pharynxbulbus und wirkt als Protraktor des Pharynx. Endlich finden wir auch noch Retraktoren, welche seitlich am Pharynx, und zwar ungefähr am hinteren Rande der Pharyngealtasche inserieren. Diese seitlich verlaufenden Retraktoren spannen sich zwischen dem Pharynx und dem Körperintegument aus. In Querschnittserien und Frontalschnitten sind sie gut erkennbar.

An den hinter dem Pharynx gelegenen Kropf, welcher histologisch kein selbständiges Gebilde, sondern nur einen speziellen Teil des Pharynxepithels darstellt, schließt sich der Darm unmittelbar an; ein Ösophagus ist nicht erkennbar. Der Darm erstreckt sich bis etwa in das zweite Drittel der Körperlänge und besteht aus untereinander gleichartigen Zellen, welche sich wenig mit Farbstoffen tingieren und dadurch vom Kropfe scharf abheben. Die Zellen weisen zahlreiche Vakuolen auf, die häufig mit Fremdkörpern erfüllt sind, die Kerne der Darmzellen sind relativ groß, meist rundlich und enthalten ein sehr großes Kernkörperchen; die Zellgrenzen der Darmzellen sind nicht erkennbar, das Darmlumen ist oval, der größere Durchmesser liegt in dorsoventraler Richtung; der Darm selbst ist also seitlich etwas komprimiert. Den Darm umschließende Muskeln konnte ich nicht wahrnehmen, auch nicht in solchen Schnittserien, in denen die übrige Muskulatur mit Benda's

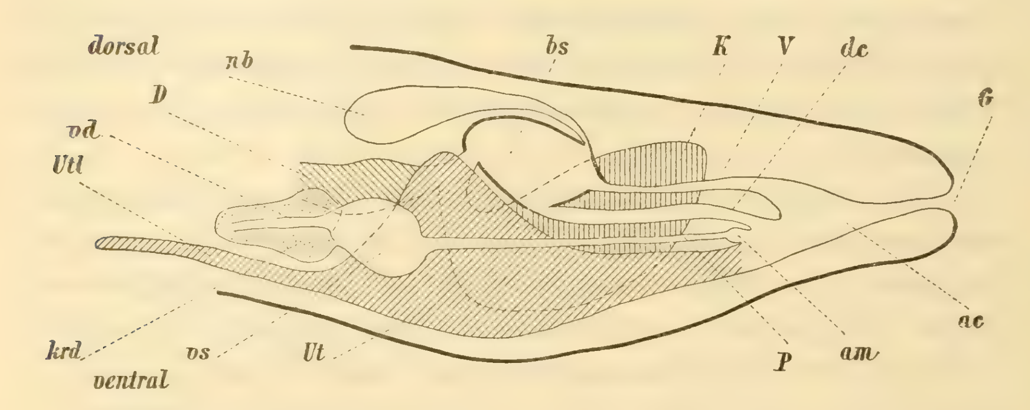
Eisenhämatoxylin dunkelblau und deutlichst gefärbt war. Vom Exkretionsapparat habe ich auch beim lebenden Individuum nichts beobachtet, wie ja auch von *Syndesmis, Umagilla* und *Anoplodium* bisher keine diesbezüglichen Beobachtungen vorliegen.

Schon Dörler (1, p. 38) hat bei *Collastoma monorchis* konstatiert, daß daselbst die Bursa seminalis, in welche die beiden Ovidukte einmünden, mit dem Atrium genitale durch zwei Kanäle verbunden sei, durch einen Ductus communis und eine Vagina. Auch bei *Collastoma minutum* finden wir solche Verhältnisse im Bau des Geschlechtsapparates vor (Textfigur, *dc* und *V*), der im Prinzip mit dem Genitalapparat von *Collastoma monorchis* übereinstimmt. Diese anatomische Eigentümlichkeit weist auf spezielle nähere Beziehungen der Gattung *Collastoma* zu den Genera *Umagilla, Syndesmis* und *Anoplodium* hin.

Hervorgehoben muß noch werden, daß bei *Collastoma minutum* die Vagina (Fig. 8, *V*) als ein längerer Gang erscheint und daher deutlicher ausgebildet ist als wie bei *Collastoma monorchis* (nach der bezüglichen Beschreibung Dörler's); ich halte es aber nicht für ausgeschlossen, daß Dörler nur stark kontrahierte Individuen vor sich gehabt hat, bei denen die Vagina stark verkürzt erschien, obwohl sie vielleicht im normalen Zustand auch länger wäre.

Die einzige Geschlechtsöffnung (Fig. 8 und Textfigur, *G*) liegt bei *Collastoma minutum* am Hinterende des Körpers und führt in ein nicht allzu geräumiges Atrium commune, das sich an der Ventralseite in den Uterus verlängert. Wenn in dem letzteren keine Eikapsel enthalten ist, erscheinen Atrium und Uterus als ein einziges zusammenhängendes Gebilde und kann man die Grenzen beider Abschnitte nicht unterscheiden. Wenn aber der Uterus eine Eikapsel umschließt, wie dies bei jenem Individuum zutraf, dem der in Fig. 8 abgebildete Schnitt entnommen ist, so kann man deutlich zwei Räume unterscheiden, die durch eine verengerte Verbindung zusammenhängen; der vordere Abschnitt *(Ut)* umfaßt die Eikapsel selbst, während infolge der relativ geringen Ausdehnung des Uterusteiles die zu einem wirren Knäuel aufgewundenen Filamente der Ei-

kapsel *(eks')* noch im Atrium genitale *(ac)* selbst gelegen sind. Diese undeutliche Scheidung von Atrium genitale und Uterus stellt ein primitives Stadium in der phylogenetischen Entwicklung des Uterus dar, das sich unmittelbar aus jenem Stadium gebildet hat, in welchem das Ei direkt im Atrium verwahrt wird. Nach Dörler (1, p. 37) weist auch *Collastoma monorchis* solche Verhältnisse bezüglich des Uterus auf und auch darin stimmen beide Arten von *Collastoma* miteinander überein, daß bei beiden der männliche Geschlechtsausführungsgang ventral unter den weiblichen Geschlechtskanälen (Ductus communis und Vagina) liegt, unmittelbar dorsal vom Uterus



Schematische Profilansicht des Geschlechtsapparates von *Collastoma minutum* Wahl, rekonstruiert nach Längs- und Querschnitten unter Zugrundelegung des in Fig. 8 der Tafel abgebildeten Längsschnittes. 280fach vergrößert.

(Fig. 8 und Textfigur); hierin unterscheidet sich die vorliegende Gattung von *Umagilla, Syndesmis* und *Anoplodium,* bei denen wenigstens das Ende und die Einmündungsstelle des männlichen Kanales in das Atrium ober (dorsal von) dem Endstück und der Mündungsstelle des Ductus communis gelegen ist; dagegen findet sich die Vagina gleicherweise bei allen vier Gattungen dorsal von allen übrigen Geschlechtskanälen. Da der Hoden von *Collastoma* an der Ventralseite gelegen ist, während der Ductus communis zu der mehr dorsal gelegenen Bursa seminalis führt, so findet bei *Collastoma* (siehe Textfigur) keine Kreuzung des männlichen Genitalkanals mit dem Ductus communis statt, wie dies bei *Umagilla, Anoplodium* und (mit gewissen Modifikationen) auch bei *Syndesmis* sich

vorfindet, bei denen nur das Endstück des männlichen Genitalkanals dorsal, die vorderen Abschnitte aber ventral vom Ductus communis (beziehungsweise vom Atrium femininum) liegen (7, p. 446, 447 und Textfig. 1; 8, p. 960 und Textfig. 2; 9, p. 53 und Taf. II, Fig. 5).

An dem unpaaren Hoden fällt außer seiner ventralen Lage in der Medianlinie noch seine relativ bedeutende Länge auf. In Quetschpräparaten reicht er stets bis weit vor die Mitte der Körperlänge und in Schnitten durch konservierte Individuen konnte ich sogar beobachten, daß er manchmal bis zum Pharynx sich erstreckte, ein Fall, der wohl eine außergewöhnlich starke Verschiebung des Organs darstellt. Wie bei *Collastoma monorchis* ist er auch bei *Collastoma minutum* stark dorsoventral abgeplattet (Durchmesser = 18 μ, beziehungsweise 44 μ) und liegt der ventralen Hautmuskelschichte unmittelbar auf. Der Hoden besteht aus locker gefügten Samenmutterzellen in verschiedenen Entwicklungsstadien; die größten Samenmutterzellen besitzen einen Kern von etwa 5 μ Durchmesser und ein Kernkörperchen, das über 1 μ mißt. Fadenförmig entwickelte Spermazellen beobachtete ich nur am hinteren Ende des Hodens (Fig. 4, *Sp*). Der Hoden ist am Vorderende abgerundet, desgleichen auch am Hinterende und geht daselbst in ein Vas deferens über, das in Quetschpräparaten sehr kurz erscheint bei relativ ansehnlicher Breite (Fig. 4, *vd*), auf Schnitten aber oft länger und dafür dünner sich darstellt. Das zarte Epithel des Vas deferens enthält Kerne und geht in die epitheliale Bekleidung der Vesicula seminalis über, die nur ein dünnes Epithel aufweist und von regelmäßig angeordneten Ringmuskeln umspannt wird. Die Vesicula seminalis hat annähernd kugelige Gestalt, in Quetschpräparaten zeigt sie manchmal Längsfalten (Fig. 4, *vs*). Ventral unter der Einmündung des Vas deferens in die Vesicula mündet eine mächtige Körnerdrüse *(krd)*, deren Zellen von Kornsekret völlig erfüllt sind und Zellgrenzen nicht erkennen lassen. Aus der nicht sehr großen Zahl der Kerne läßt sich erschließen, daß diese Drüse aus wenigen, aber großen Zellen besteht. Die Kerne selbst sind oval und groß (Durchmesser = 5 und 3 μ) und enthalten ein ziemlich großes Kernkörperchen.

Das Sekret der Körnerdrüse erfüllt auch oft den ganzen Hohlraum der Vesicula seminalis, in anderen Fällen aber nicht, indem sich neben dem Sekret noch eine größere oder geringere Menge von Sperma vorfindet. Hierbei sind Kornsekret und Sperma, wenn auch in dem gleichen Blasenraume gelegen, doch scharf voneinander geschieden (Fig. 6, *Sp* und *ks*) und nicht miteinander vermengt, und zwar nimmt (in meinen Präparaten) das Sperma vorzugsweise die vorderen, gegen den Hoden zu liegenden Teile sowie die dorsalen Partien der Samenblase ein, wogegen das Kornsekret insbesondere an der Ventralseite und gegen die Ausmündung der Vesicula (in den Penis) angesammelt ist.

Manchmal finden sich zwischen dem in der Vesicula gelegenen Sperma auch einzelne größere Zellkerne, welche zahlreiche, untereinander annähernd gleich große Granula enthalten; wahrscheinlich haben wir darin Spermatogonien oder Spermatocyten zu sehen, die vorzeitig aus dem Hoden ausgestoßen worden waren und vielleicht erst in der Vesicula sich zu Spermatozoen entwickeln. Dörler hat bei *Collastoma monorchis* die Körnerdrüse nur als »akzessorische Drüse« bezeichnet und selbe fingerförmig geteilt abgebildet (1, p. 36, Textfig. 3, *krd*). Letzteres trifft für *Collastoma minutum* nicht zu; insbesondere an Quetschpräparaten konnte dieses Drüsenorgan als ein einheitliches, ungelapptes Gebilde deutlich erkannt werden (vgl. Fig. 4, *krd*) und auch in den Schnitten kann von einer Zusammensetzung aus getrennten Lappen nichts bemerkt werden (Fig. 8, *krd*). Das Sekret hat Dörler auch bei *Collastoma monorchis* oft gekörnt gesehen und ich nehme daher nicht Anstand, diese Drüse dort als Körnerdrüse zu bezeichnen.

Dörler beschreibt, daß das Ende dieser von ihm beobachteten »akzessorischen« Drüse von der Ventralseite her in das hintere Ende einer »falschen« Samenblase einmünde (1, p. 37). Diese falsche Samenblase und die akzessorische Drüse von *Collastoma monorchis* liegen völlig an entsprechender Stelle, wie bei *Collastoma minutum* die oben beschriebene Vesicula seminalis und die Körnerdrüse. Dörler erwähnt allerdings nicht, daß sich in der »falschen Samenblase« auch das Kornsekret einlagere und anhäufe; da dies aber bei *Collastoma*

minutum sicherlich zutrifft, benenne ich dieses Organ nicht »falsche Samenblase«, sondern bezeichne es als eine echte Vesicula seminalis, die gleichzeitig auch als Vesicula granulorum fungiert, da sie als ein gemeinsamer Behälter für Sperma und Kornsekret dient (Fig. 6). In meiner Annahme, daß wir es bei *Collastoma* mit einer echten Vesicula seminalis zu tun haben und nicht bloß mit einer Auftreibung des Vas deferens, bestärkt mich auch noch der Umstand, daß das bezügliche Gebilde im Gegensatz zu dem Vas deferens eine ansehnliche Ringmuskulatur aufweist, und endlich auch die Tatsache, daß wenigstens bei der mir vorliegenden *Collastoma minutum* sich unmittelbar an dieses Organ der Penis (s. str. [Fig. 4, *P*]) anschließt, wogegen Dörler nur das letzte Stück vor der Einmündung in das Atrium als Penis gelten läßt und erwähnt, daß bei *Collastoma monorchis* Chitinbildungen am Penis vollständig fehlen (1, p. 37).

Für *Collastoma minutum* ist dies nicht zutreffend; hier ist ein chitinöses Stilett (Fig. 6, *st*) am Penis in Gestalt eines dünnen Rohres ausgebildet und sowohl in Quetschpräparaten als auch in Schnittpräparaten meist gut erkennbar; manchmal allerdings ist das Chitingebilde so fein und zart, daß es kaum wahrgenommen werden kann, wogegen es in vielen Fällen (speziell in passend gefärbten Schnitten) nicht leicht übersehen werden könnte. Das chitinöse Penisrohr liegt schwach bogenförmig gekrümmt zwischen der Vesicula seminalis und dem Atrium genitale und wird von Sperma und Kornsekret durchflossen; jenes Stilett liegt in einer Tasche, die ich als Penisscheide bezeichne, deren Epithel kaum wahrnehmbar ist, wogegen die Muskulatur, bestehend aus starken Längsmuskeln (Fig. 6, *lm*), durch Eisenhämatoxylin sehr deutlich gemacht werden kann. Diese Längsmuskeln greifen auch auf den hinteren Teil der Vesicula seminalis hinüber. Die Penisscheide mündet in eine kleine Aussackung des Atrium genitale, also in ein Atrium masculinum. Manchmal erscheint dieses etwas erweitert und erinnert dann an jene »kleine kugelige Auftreibung«, die Dörler bei *Collastoma monorchis* als Endabschnitt des Vas deferens auffaßt und die den Übergang in das »Kopulationsorgan« bilden soll (1, p. 37). Endlich wäre

noch zu erwähnen, daß ich in manchen Schnittserien den Eindruck hatte, das chitinöse Stilett setze sich bei *Collastoma minutum* in einem dünnen Häutchen (Intima) auch auf die Innenwand der Vesicula seminalis fort, doch konnte ich mir ein sicheres Urteil hierüber nicht bilden.

Die weibliche Geschlechtsreife wird etwas später erreicht als die männliche, doch ist die Zeitdifferenz keine allzu große und es fungieren die Hoden noch zu einer Zeit, da bereits reife Keimzellen entwickelt sind. Immerhin fand ich aber auch Individuen, deren männliche Organe in voller Reife standen, deren Keimstöcke aber noch nicht matur waren.

Die Keimstöcke enthalten in ihrem hinteren blinden Ende das Keimlager; nach vorne zu werden die Keimzellen immer größer, bleiben aber bis weit nach vorne stets zu mehreren nebeneinander gelagert und erst die letzten Keimzellen erstrecken sich über die ganze Dicke des Keimstockes; deshalb ist die gewisse Geldrollenform, welche im Keimstock der Dalyelliiden so oft zu beobachten ist, hier wenig ausgebildet. Die Keimstöcke erscheinen im Querschnitt oft seitlich komprimiert. Die reifen Keimzellen enthalten einen großen, rundlichen oder ovalen Kern von 18 μ Dicke, das Kernkörperchen des letzteren ist über 3 μ groß; neben dem Kernkörperchen sieht man ein Netzwerk von grobem Chromatin den Kern ausfüllen. Das Plasma der Eizellen erscheint je nach dem Reifezustand und nach der Konservierung mehr oder minder körnig und läßt außerdem insbesondere in den reifsten Zellen eine Anzahl eigenartiger Schollen erkennen, welche bei Färbung der Schnittpräparate mit Benda's Eisenhämatoxylin innerhalb eines helleren Hofes einen dunkel gefärbten Binnenkörper enthalten. Vielleicht haben wir hierin eine Art Dotterelement zu erkennen, das sich aber in färberischer Hinsicht von den Schollen der Dotterstöcke unterscheidet. Eine Tunica propria fehlt den Keimstöcken ebenso wie eine eigene Muscularis. An einem durch Druck aus dem lebenden Tiere ausgepreßten Keimstock konnte ich bei 40 Keimzellen zählen; die Zellgrenzen waren deutlich erkennbar.

An den Dotterstöcken von *Collastoma* fällt beim Vergleiche mit den übrigen parasitischen Dalyelliiden auf, daß sie un-

verzweigt, ja nicht einmal gelappt (7, Taf, I, Fig. 10, *D*) sind. Dieser einfachere Bau der Dotterstöcke scheint mir auf einen primären Zustand hinzuweisen, wogegen ich die verästelten Dotterstöcke anderer Dalyelliiden als einen höheren Entwicklungsgrad betrachte. Die Dotterstöcke sind im Querschnitt oval bis rundlich, meist seitlich etwas komprimiert. Sie werden von einer Tunica propria umschlossen und gehen an ihrem hinteren Ende in die kurzen Ovidukte über, in denen ein Epithel deutlich erkennbar ist. Das Plasma der Dotterstöcke war in meinen Präparaten stets zur Gänze in Dottermasse umgewandelt und nur am Vorderende der Dotterstöcke war noch das unveränderte ursprüngliche Plasma erkennbar; in den mittleren und hinteren Partien sehen die Kerne, obwohl sie noch deutlich erkennbar sind, wie verschrumpft aus, wogegen sie in den noch nicht in Dottersubstanz verwandelten Teilen eine regelmäßige rundliche Form aufweisen und deutlich das Kernkörperchen und eine größere Zahl kleiner Chromatinkörnchen erkennen lassen. Die Umwandlung der Plasmasubstanz in Dottersubstanz geht so weit, daß selbst die nach dem Ausfallen der Dotterschollen zurückbleibende Grundsubstanz nicht mehr plasmatisches Aussehen hat, sondern der Dottermasse ähnelt, ihr auch in färberischer Hinsicht gleicht; diese zurückbleibende Grundsubstanz erinnert mich, wenn ich den Vergleich gebrauchen darf, an das spongiöse Fasergerüst der Hornfaserschwämme. Die Dotterstöcke und ebenso die Keimstöcke (vgl. Fig. 5, *K*) sind lateral im Körper der Tiere gelagert.

Die vorderen Enden der Keimstöcke und die hinteren Enden der Dotterstöcke vereinigen sich und bilden jederseits einen kurzen Ovidukt, der die Keimzellen und Dotterschollen in die median gelegene unpaare Bursa seminalis (Fig. 4, 5 und 8, *bs*) leitet, die ein niederes Epithel besitzt und einer Eigenmuskulatur entbehrt. Ihrem Vorderende liegt dorsal noch eine »Nebenblase« auf, deren Wand ebenfalls niedrig ist (Fig. 5, *nb*) und nur in schrägen Anschnitten bedeutendere Dicke aufweist (Fig. 8, *nb*); sie enthält wie bei *Collastoma monorchis* (nach dem Befunde Dörler's) nie Sperma, ihre Funktion ist unbekannt. Die Bursa seminalis ist hingegen

meist mit Spermamassen prall erfüllt und enthält manchmal auch einige Dotterschollen. Bursa seminalis und Nebenblase sind anscheinend durch einen längeren Gang verbunden (Textfigur).

Aus der Bursa seminalis entspringt ventral der relativ ansehnliche Ductus communis (Textfigur, *dc*) und mehr dorsal und hinten die Vagina *(V)*. Beide Kanäle sind am deutlichsten in Querschnittserien erkennbar; in Längsschnitten konnte ich sie zwar auch finden (Fig. 8, *dc* und *V*), doch ließen sich Einzelheiten des Baues nicht sicher unterscheiden. Wahrscheinlich besitzen beide Gänge eigene Längsmuskulatur. Außerdem ließ sich an der Vagina nahe ihrer Einmündung in die Bursa *(bs)*, welche an dieser Stelle durch zwei mächtige Zellen *(x)* ausgezeichnet ist, ein eigentümlicher ringförmiger Wulst *(Rw)* erkennen, der vielleicht als ein Schließapparat der Vagina zu deuten wäre.

Das Atrium genitale läßt außer einem als Atrium commune zu deutenden Raume ein kleines Atrium masculinum (Fig. 7, *am*) erkennen, dessen ich schon erwähnte; ein gesondertes Atrium femininum ist nicht vorhanden. An der Genitalöffnung geht das Epithel des Atriums in das Hautepithel über; auch die Muskulatur der Haut setzt sich auf das Atrium fort und bildet um dasselbe eine muskulöse Schichte (hauptsächlich kräftige Längsmuskeln), deren Funktionen für die Geschlechtsakte von Bedeutung sind. Die Geschlechtsöffnung liegt je nach dem Kontraktionszustande des Individuums bald völlig am Hinterende (Fig. 8, *G*), bald ein wenig nach der Ventralseite verschoben (Fig. 4, *G*), ist aber nie allzu weit vom Hinterende entfernt.

Nach vorne verlängert sich das Atrium in den ventral gelegenen Uterus, an dem ein vorderer Zipfel (Textfigur und Fig. 8, *Utl*) bis vor die Körpermitte ausgezogen ist, gegen die Ventralseite des Körperinteguments verläuft und ein ligamentähnliches Band darstellt, durch welches der Uterus wahrscheinlich in seiner Lage festgehalten wird. In dem an den Uterus angrenzenden Teile dieses Ligamentes habe ich auch noch manchmal die Zellkerne wahrnehmen können. Auch in Querschnittserien war dieses Ligament als ein kreisrundes

Gebilde durch eine größere Zahl von Schnitten nach vorne zu verfolgen.

Dörler hat bei *Collastoma monorchis* zweierlei akzessorische Drüsen beschrieben, nämlich Schalendrüsen (1, p. 38), die in den Endteil des Ductus communis einmünden, und spezielle Atriumdrüsenkomplexe (1, p. 37), die ihr Sekret in das Atrium ergießen. Diese beiden Arten von Drüsen habe ich allerdings auch bei *Collastoma minutum* aufgefunden, wenn ich auch in deren Deutung von der Darstellung Dörler's abweiche.

Beide Drüsenarten sind erythrophil, liegen unmittelbar hintereinander und sind nur in gutem Konservierungszustande deutlich voneinander abzugrenzen. Die vordere Drüse, welche in den Endabschnitt des Ductus communis einmündet (Fig. 7, *dr*), weist ein feineres Sekret auf, die hintere aber ein gröberes, körnig erscheinendes, welches die Zellen oft fast zur Gänze erfüllt *(sd)*. Beide Drüsenarten bestehen aus großen Drüsenzellen, die je zu zwei Bündeln angeordnet sind, die von der Lateralseite her in den Ductus communis, beziehungsweise das Atrium commune einmünden. Die zwei Einmündungsstellen der zwei vorderen Drüsenbüschel in den genannten Ductus und die beiden Einmündungsstellen zweier hinterer Drüsenbüschel in das Atrium ragen papillenartig in das bezügliche Lumen vor; die zwei Mündungspapillen sind insbesondere am hinteren Drüsenorgan sehr deutlich wahrnehmbar. Wir haben also zwei verschiedenartige Drüsenkomplexe vor uns, die aus je zwei Drüsenbüscheln bestehen und also auch paarige Einmündungen in den Ductus communis, beziehungsweise in das Atrium besitzen. Ich bin geneigt, das hintere Drüsenbüschelpaar als Schalendrüsen anzusprechen (Dörler hält das vordere Paar für die Schalendrüsen!), da ich an den Mündungsstellen desselben in das Atrium auf Schnittpräparaten ein ausgeflossenes Sekret beobachtet habe, welches der Substanz der Eikapselschalen zu gleichen schien.

Während bei *Anoplodium* und bei *Umagilla* die Schalendrüsen in den Ductus communis sich ergießen und die Ausführungsgänge der Drüsenzellen einzeln das Epithel des Ductus communis durchbohren (vgl. 8, Tafel, Fig. 11), tritt bei *Colla-*

stoma das Sekret der Schalendrüsen aus nur zwei Öffnungen (in das Atrium) aus. Dieser Umstand scheint mir für die spezielle Beschaffenheit der Eikapseln von *Collastoma minutum* von Bedeutung. Während bei *Anoplodium* und bei *Umagilla* sich die Sekretion der Schalensubstanz in der Weise vollzieht, daß nach Bildung der eigentlichen Eikapsel sich das Sekret im Ductus communis zu dem einen Filamente der Eikapsel formiert (vgl. 7, p. 448), werden bei *Collastoma* durch das nach der Bildung der eigentlichen Kapsel noch aus den zwei Drüsenmündungsstellen nachfließende Sekret zwei Filamente gebildet, welche der Eikapsel anhängen (7, Taf. I, Fig. 11); bei dieser Art wird die Form der Eikapsel wahrscheinlich durch die Gestalt des Atriums bestimmt und das noch nachfließende Schalendrüsensekret tritt aus den zwei Mündungspapillen schon zähflüssig oder halbstarr in das Atrium ein; es behält daher seine Form bei und verschmilzt nicht mehr zu einem Filamente, wie dies bei den zwei erwähnten Gattungen der Fall ist, sondern bildet zwei getrennte Geißelanhänge. Auf diese Weise scheint mir die morphologische Verschiedenheit der Eikapseln von *Anoplodium* und *Umagilla* einerseits und von *Collastoma* andrerseits physiologisch erklärbar zu sein.

Collastoma monorchis Dörler und *Collastoma minutum* Wahl sind zwei einander recht ähnliche Arten, aber immerhin genügend voneinander unterschieden. Es muß allerdings noch dahingestellt bleiben, ob alle im vorstehenden angedeuteten Unterschiede der beiden Spezies tatsächlich zutreffend sind, da *Collastoma monorchis* noch einer Nachuntersuchung insbesondere am lebenden Objekte bedürfte, da Dörler nur konserviertes Material für seine Untersuchungen (1, p. 33 bis 39) zur Verfügung hatte.

Von anderen Gattungen ist das Genus *Collastoma* scharf geschieden.

Die Bearbeitung von *Collastoma minutum* begegnete einigen Schwierigkeiten in technischer Hinsicht, da die Individuen sehr klein sind, und insbesondere dadurch, daß die Mehrzahl der Individuen Eikapseln enthielt, weshalb die Schnittpräparate sehr häufig gerade in der so wichtigen Geschlechtsregion Risse aufwiesen; infolge dieser Umstände stand mir eine relativ

nur geringe Zahl von besser gelungenen Präparaten zur Verfügung.

In dem vorliegenden dritten Teile meiner Arbeit über die parasitischen Dalyelliiden ist ebenso wie in den beiden ersten Teilen die Bezeichnung »*Dalyelliidae*« noch in demselben Sinne gebraucht, wie ursprünglich der Name »*Vorticidae*« angewandt worden ist; es ist dies geschehen, um eine formale Einheitlichkeit in den drei Teilen meiner Arbeit einzuhalten. L. v. Graff hat im Jahre 1905 (3, p. 73 und 103) die Dalyelliiden in zwei Subfamilien, *Dalyelliinae* und *Graffillinae*, eingeteilt und hat später diese beiden Subfamilien zu selbständigen Familien erhoben (4, p. 2521 ff.); demnach wäre *Collastoma* zur Familie der *Graffillidae* zu stellen, da es einen paarigen Keimstock hat.

Der erwähnten Einteilung kann ich jedoch, wie bereits früher angedeutet wurde (8, p. 961), nicht beistimmen. Ich habe unterdessen meine eigene Ansicht über die systematische Stellung der einzelnen hierhergehörigen Gattungen in einer eigenen Arbeit (9, p. 56, 57) niedergelegt, die zurzeit im Drucke sich befindet und im Herbste dieses Jahres zur Veröffentlichung gelangen dürfte. Es sei daher hier auf diese Arbeit verwiesen und bemerkt, daß ich *Collastoma* als Vertreterin einer eigenen Subfamilie *(Collastominae)* der von mir geschaffenen Familie der *Umagillidae* betrachte, in welche letztere ich auch die Subfamilie der *Umagillinae* stelle mit den Gattungen *Umagilla* Wahl, *Syndesmis* Franç. und *Anoplodium* A. Schn. Auf die Einzelheiten will ich nicht näher hier eingehen und nur bemerken, daß alle vier zu den *Umagillidae* gehörigen Gattungen durch den Besitz einer **Vagina neben einem Ductus communis** ausgezeichnet sind und daß beide Gänge vom Atrium genitale stets zur Bursa seminalis führen oder zu einem Receptaculum seminis, in welch letzterem Falle zwischen Receptaculum seminis und Vagina noch eine gesonderte Bursa copulatrix eingeschaltet ist. Wenn v. Graff bei *Anoplodium* (4, p. 2326) die Bursa seminalis als Atrium femininum bezeichnet, so müßte man dann auch entweder den Ductus communis oder die Vagina als Teil des Atrium

femininum auffassen. Der erstere Kanal, von Graff als weiblicher Genitalkanal bezeichnet, ist nach meiner Ansicht tatsächlich ein Anhang des weiblichen Atriums, welch letzteres nur bei *Syndesmis* (vgl. 9, p. 48) deutlich ausgebildet ist, sich bei den übrigen Gattungen aber nicht vom Atrium commune abtrennen läßt und an jener Stelle desselben zu suchen wäre, wo neben dem Ende des Uterus der Ductus communis in das Atrium einmündet. Man müßte also sowohl Bursa seminalis als auch Ductus communis als Teile des Atrium femininum betrachten, doch ziehe ich in Anbetracht der histologischen Verschiedenheiten dieser Gebilde eine andere Nomenklatur vor. Andrerseits aber, wenn man die Vagina als Teil des Atrium femininum betrachten würde, widerspräche es den Verhältnissen, welche bei *Syndesmis* sich vorfinden, oder es müßte der von mir daselbst als Atrium femininum bezeichnete Teil (9, p. 48, Taf. I, Fig. 5, *Af*) anders gedeutet werden; außerdem fasse ich die Vagina überhaupt nur als eine sekundäre Verbindung auf, die aus einer ursprünglich blind endigenden Bursa copulatrix sich herausgebildet hat (9, p. 54) und erst sekundär Beziehungen zum Receptaculum seminis, beziehungsweise zu einer Bursa seminalis gewonnen hat. Von der Bursa copulatrix aber wissen wir, daß sie ein Anhang des Atrium commune ist und keine näheren Lagebeziehungen zum Atrium femininum zu besitzen braucht (man vergleiche die Schemata der Kopulationsapparate von *Dalyellia* [4, p. 2325], wo die Bursa nicht eine Aussackung jenes Teiles des Atrium genitale ist, in welchen der weibliche Genitalkanal einmündet). Daher glaube ich nicht, daß die Vagina der *Umagillidae* als ein Teil des Atrium femininum angesehen werden kann, und stimme hierin wohl mit L. v. Graff überein, der ja auch die Vagina als eine Neubildung bezeichnet (4, p. 2377). Es bliebe also nur der ersterwähnte Ausweg übrig, den Ductus communis als einen Teil des Atrium femininum zu betrachten, welches also dann aus histologisch verschiedenartigen Abschnitten bestehen würde; einer derartigen Annahme möchte ich mich aber verschließen und ziehe daher vor, für die »Bursa seminalis« diesen Namen beizubehalten. Gegen die Bezeichnung des Ductus communis der Umagilliden als »weiblicher Genitalkanal« dürfte kaum etwas einzuwenden sein.

Hingegen würde der von mir bei *Paravortex scrobiculariae* als »Keimdottergang oder Ductus communis« beschriebene paarige Ausführungsgang der Keim- und Dotterstöcke besser nicht als Ductus communis, sondern nur als Keimdottergang oder Ovidukt bezeichnet.

Mit der vorliegenden Abhandlung schließe ich meine Untersuchungen über die parasitischen Dalyelliiden ab, die ich vor mehreren Jahren gesammelt und allmählich bearbeitet habe. Die Anatomie von *Anoplodium, Paravortex, Umagilla* und *Collastoma* wurde eingehend in den drei Teilen dieser Arbeit untersucht und, soweit das vorhandene Material und dessen Erhaltungszustand es gestattete, hat auch die Histologie der genannten Gattungen Berücksichtigung gefunden, woran sich noch einige kürzere Mitteilungen über einige andere parasitische Gattungen und Arten geschlossen haben. Von anderen Arbeiten auf diesem Gebiete, welche während der Zeit meiner Veröffentlichungen erschienen sind, seien speziell die Untersuchungen von Hallez über *Paravortex cardii* (5) genannt. Eine Aufzählung sämtlicher bekannten parasitischen Dalyelliiden (und Umagilliden) findet sich bei L. v. Graff (4, p. 2575 bis 2577), worauf ich hiermit verweise.

Soweit diese Parasiten bisher genauer untersucht und daher deren systematische Stellung sichergestellt ist, scheinen zwischen den einzelnen Genera der Parasiten und der Stellung ihrer Wirte im System der Tierwelt gewisse Korrelationen zu bestehen in der Weise, daß die verschiedenen Arten einer Dalyelliidengattung auch nur in näher verwandten Wirten, ja sogar oft nur in bestimmten Organen derselben sich vorfinden.

So findet sich das Genus *Collastoma* ausschließlich im Darme von Gephyreen, *Anoplodium* in der Leibeshöhle von Holothurien, *Paravortex* in Lamellibranchiern und nur die Gattung *Graffila* bewohnt zwei verschiedene Tierklassen, nämlich Lamellibranchier und Gastropoden. Bezüglich einer Anzahl nur unsicher bekannter, nicht oder nicht genügend beschriebener Arten parasitischer Dalyelliiden (und Umagilliden) läßt sich noch nicht sagen, ob sie sich ebenso verhalten; es werden sogar gegenteilige Angaben gemacht, so sollen z. B. *Anoplodium schneideri* C. Semp. und *Anoplodium myriotrochi*

Graff Darmbewohner sein und *Anoplodium clypeasteris* (2, p. 399) wurde sogar auf *Clypeaster* gefunden. Bei diesen Arten erscheint es aber fraglich, ob sie wirklich zu jenen Genera gehören, zu denen sie gestellt wurden, da sie nicht genauer untersucht wurden.

Auffällig ist ferner, daß alle sicher bekannten Arten der vier Genera der Subfamilie der *Umagillinae* Parasiten von Echinodermen sind. Weitere Untersuchungen parasitischer Dalyelliiden und Umagilliden werden ergeben, wie weit diese Korrellationen sich bestätigen werden.

Literaturverzeichnis.

1. Dörler A., Neue und wenig bekannte rhabdocöle Turbellarien. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 68. Bd., p. 1 bis 42, Taf. 1 bis 3. Leipzig, 1900. (Zugleich auch in den »Arbeiten aus dem zoologischen Institut zu Graz«, VI. Bd., Nr. 4.)
2. Graff L., v., Monographie der Turbellarien; I. *Rhabdocoelida.* Leipzig, 1882.
3. — Marine Turbellarien Orotavas und der Küsten Europas; II. *Rhabdocoela.* Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 83. Bd., p. 68 bis 150, Taf. 2 bis 6. Leipzig, 1905,
4. — Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches, wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild. 4. Bd., Abt. I *c. Turbellaria.* I. Abteilung: *Acoela* und *Rhabdocoelida.* Leipzig, 1904 bis 1908.
5. Hallez P., Biologie, organisation, histologie et embryologie d'un Rhabdocoele parasite du *Cardium edule* L., *Paravortex cardii* n. sp. Archives de zoologie expérimentale et générale, sér. 4, tome IX, No 7, p. 429—544. Taf. 25 bis 34. Paris, 1909.
6. Lang A., Notiz über einen neuen Parasiten der *Tethys* aus der Abteilung der rhabdocölen Turbellarien. Mitteilungen der zoologischen Station in Neapel, 2. Bd., p. 107 bis 112, Taf. 7. Leipzig, 1880.

7. Wahl Br., Untersuchungen über den Bau der parasitischen Turbellarien aus der Familie der Dalyelliiden (Vorticiden). I. Teil: Die Genera *Anoplodium*, *Graffilla* und *Paravortex*. Diese Sitzungsberichte, 115. Bd., Abt. I, p. 417 bis 473, Taf. I bis IV. Wien, 1906.

8. — Untersuchungen über den Bau der parasitischen Turbellarien aus der Familie der Dalyelliiden (Vorticiden). II. Teil: Die Genera *Umagilla* und *Syndesmis*. Diese Sitzungsberichte, 118. Bd., Abt. I, p. 943 bis 965, Taf. I. Wien, 1909.

9. — Beiträge zur Kenntnis der Dalyelliiden und Umagilliden. Festschrift für Geheimrat Prof. Richard Hertwig. II, p. 41 bis 60, Taf. 2. Jena, 1910.

Erklärung der Buchstaben auf der Tafel und in der Textfigur.

ac Atrium commune.
am Atrium masculinum.
b Basalkörper.
bm Basalmembran.
bs Bursa seminalis.
ci Cilien (Wimpern).
D Dotterstock.
dc Ductus communis.
dm Diagonalmuskeln.
dr Akzessorische Drüsen.
E Epithel der Haut.
ek Eikapsel.
eks Eikapselfilamente.
eks' Das zu einem Knäuel aufgewundene Ende derselben.
Es Epithelsaum.
G Geschlechtsporus.
hm Hautmuskulatur.
K Keimstock.
ke Kern.
krd Körnerdrüse.
lm Längsmuskeln.
nb Nebenblase der Bursa seminalis.
ov Ovidukt.
P Penis, s. str.
rm Ringmuskeln.
Rw Ringwulst an der Vagina.
sd Schalendrüsen.
Sp Sperma.
st Stilett.
T Hoden.
Ut Uterus.
Utl Ligamentartiges Vorderende desselben.
V Vagina.
vd Vas deferens.
vs Vesicula seminalis.
x Große Zellen der Bursa seminalis an der Einmündung der Vagina.
? Ein Kanal, in einem Quetschpräparat gesehen, fraglich, ob es die Vagina oder der Ductus communis war.

Tafelerklärung.

Fig. 1. Verschiedene Bewegungszustände erwachsener Individuen von *Collastoma minutum* Wahl. 17fache Vergrößerung.

Fig. 2. Hautepithel und Hautmuskulatur aus einer Längsschnittserie; Färbung mit Benda's Eisenhämatoxylin. 2000fache Vergrößerung.

Fig. 3. Flächenhafter Anschnitt der Hautmuskulatur aus einer Längsschnittserie. 500fache Vergrößerung.

Fig. 4. Übersichtsbild des Geschlechtsapparates nach einem stark gequetschten Individuum. 500fache Vergrößerung.

Fig. 5. Querschnitt durch die Region der Bursa seminalis. 300fache Vergrößerung.

Fig. 6. Längsschnitt durch die Vesicula seminalis und die Basis des Penis (s. str.). 500fache Vergrößerung.

Fig. 7. Frontalschnitt durch das hintere Körperende. 320fache Vergrößerung.

Fig. 8. Mittlerer Längsschnitt durch die hintere Körperhälfte. 420fache Vergrößerung.

Sämtliche Figuren sind mittels eines Abbé'schen Zeichenapparates entworfen.



Fragmente zur Mykologie

(X. Mitteilung, Nr. 468 bis 526)

von

Prof. Dr. **Franz v. Höhnel,**

k. M. k. Akad.

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Mai 1910.)

Meine bisherigen Studien exotischer Pilze ergaben die Notwendigkeit der Revision zahlreicher Arten und Gattungen früherer Autoren, die ungenügend beschrieben und meist falsch klassifiziert sind. Der vorliegende Teil der bisher durchgeführten Revisionen zeigt, wie wichtig die Neubeschreibung der älteren Arten und Gattungen ist. Erst wenn sämtliche ungenügend bekannten Arten und Gattungen sowie jene, die anscheinend oder augenscheinlich nicht mit der nötigen Genauigkeit bearbeitet wurden, nachgeprüft sein werden, wird es möglich sein, dem Chaos in der speziellen Mykologie, insbesondere der tropischen Pilze ein Ende zu machen.

Das wertvolle Originalmateriale zu meinen Untersuchungen erhielt ich aus den großen Herbarien, insbesondere aus Berlin, Kew, Paris und Upsala. Für die Überlassung desselben bin ich den betreffenden Direktionen zu größtem Danke verpflichtet. Noch sei bemerkt, daß die einzelnen »Fragmente« selbständige Aufsätze sind, die nicht in der Ordnung publiziert wurden, in welcher sie entstanden sind, daher in einzelnen Fällen später gewonnene Ansichten in früher abgeschlossenen Fragmenten nicht zum Ausdrucke kamen.

468. Über Lasioderma flavovirens Dur. et Mont.

Montagne, Syll. gen. spec. cryptog., 1856, p. 290, wo die frühere Literatur.

Der Pilz kommt nach dem Originalexemplar zerstreut auf der Unterseite von Korkeichenblättern vor. Er besteht aus

einem blassen, zylindrischen, 330 bis 360 ≈ 50 bis 100 μ großen Stiel, der sich oben etwas erweitert und ein rundliches, 200 bis 500 μ breites bräunliches Köpfchen trägt. Der Stiel besteht aus etwas verzweigten, ziemlich parallelen, hyalinen, septierten, 2 bis 3 μ breiten Hyphen, welche miteinander ganz locker verbunden sind. Die Stielhyphen treten in das Köpfchen ein, sind hier nur etwa 1·5 μ dick und locker, unregelmäßig baumartig verzweigt. Im Köpfchen bilden sie eine wollige, lockere Masse, in der die bräunlichen, eiförmigen, etwa 3 μ langen Sporen in großen Mengen eingebettet erscheinen. Die Hyphen sind hyalin, die Färbung der Köpfchen rührt nur von den Sporen her. Eine kettenförmige Reihung der Sporen, wie sie von den Autoren angegeben wird, ist absolut nicht wahrzunehmen, ebenso ist die Art und Weise der Entstehung der Sporen nicht mehr zu sehen.

Der Pilz macht den Eindruck einer Hyalostilbee, allein vergleicht man ihn makro- und mikroskopisch mit *Pilacre faginea*, so gewinnt man die Überzeugung, daß es eine *Pilacre*-Art ist. Ich habe zwar keine deutlichen Schnallen an den Hyphen gesehen, allein an reifen Exemplaren von *Pilacre faginea* sieht man sie auch nicht, auch zeigen solche Stücke keine Spur der Basidien mehr und erscheinen die Sporen eingestreut zwischen den lockeren Hyphen im Köpfchen. Die Übereinstimmung zwischen reifen Exemplaren von *Lasioderma* und *Pilacre* ist eine so auffällige, daß es mir nicht zweifelhaft ist, daß beide Gattungen zusammenfallen.

Der Pilz muß daher bis auf weiteres *Pilacre flavovirens* (Dur. et Mont.) v. H. oder *Ecchyna flavovirens* (D. et M.) v. H. heißen und gehört zu den Auricularieen.

469. **Clavaria cyanocephala** Berk. et Curt.

Der in Journ. Linnean Soc. 1868, X. Bd., p. 338, beschriebene Pilz ist nach dem Originalexemplar im Herbar Kew makro- und mikroskopisch vollkommen identisch mit *Clavaria Zippelii* Lév. (Ann. scienc. nat. Bot., III. Ser., 1844, II. Bd., p. 215) und mit *Clavaria aeruginosa* Pat. (Bull. soc. myc. France, 1898, XIV. Bd., p. 189; siehe Fragm. z. Mykol., 1909, VI. Mitt., Nr. 192).

Diese Art ist im Alter und trocken gelbbraun, jugendliche frische Exemplare aber sind unten braun, oben grünlichblau, besonders an den Enden der Zweige. Davon habe ich mich in Java überzeugt. Sie ist in den Tropen weit verbreitet, aber jedenfalls meist verkannt (Java, Cuba und angeblich auch Bonininseln).

470. **Corticium salmonicolor** B. et Br.

Journ. Linnean Society, 1873, XIV. Bd., p. 71.

Ist nach dem Originalexemplar aus dem Herbar Kew ein typisches *Corticium*. Massee's Beschreibung desselben (Journ. Linnean Soc., 1889, XXVII. Bd., p. 122) stimmt gar nicht zum Originalexemplar.

Der Pilz ist ausgebreitet, trocken blaßrötlich, am Rande ziemlich rasch verlaufend, fest angewachsen, glatt, ziemlich dünn, sehr bald in 1 bis 2 *mm* breite, unregelmäßige, fast netzig zusammenhängende Schollen zerrissen, welche an der Basis fädig zusammenhängen. Cystiden fehlen. Basalhyphen ohne Schnallen, ziemlich gerade verlaufend, verzweigt, derbwandig, langgliedrig, 6 bis 12, meist 8 μ dick, nach obenhin dichotomisch-baumartig verzweigte Äste abgebend, welche dicht verwachsen sind und ein geschlossenes, aus 7 bis 8 μ breiten und etwa 25 μ langen Basidien bestehendes Hymenium bilden. Sterigmen pfriemlich, schwach eingebogen, zu vier, $7 \asymp 2$ μ. Sporen hyalin, glatt, zartwandig, breit elliptisch, innen etwas abgeflacht, unten mit seitlichem, kurzem, stumpfem Ansatzspitzchen, 8 bis $9 \cdot 5 \asymp 6 \cdot 5$ bis 7 μ.

Scheint eine gute Art zu sein, die ich mit keiner anderen identifizieren konnte.

471. **Pellicularia Koleroga** Cooke.

Der Pilz ist als Hyphomycet in Popular Science Review, 1876, XV. Bd., Nr. 59, p. 161 (n. g.), beschrieben. Es ist nach dem Originalexemplar im Herbar Kew ein *Corticium*, das *C. Koleroga* (Cooke) v. H. genannt werden muß.

Pilz ganz oberflächlich, weit ausgebreitet, dünn und zarthäutig, blaß; Grundhyphen gerade verlaufend, dünnwandig, meist blaßbräunlich, 6 bis 7 μ breit, langgliedrig, Glieder bis

120 μ lang, ohne Schnallen, gegen- und wechselständig verzweigt; Zweige zartwandig, hyalin, mit aufeinander fast senkrecht stehenden Abzweigungen versehen, welche sich mannigfach kreuzen und ein lockeres Häutchen bilden. Basidien eiförmig, 11 ≍ 8 μ groß, mit zwei bis vier stumpflichen, etwa 2 μ langen Sterigmen, zu zwei bis fünf an der Spitze von kurzen (12 ≍ 4 μ) Seitenzweigen gebüschelt entstehend. Sporen hyalin, sehr zartwandig, gerade oder etwas gekrümmt, länglich-keulig, an den Enden abgerundet, unten breit und mit seitlichen Ansatzspitzchen, einseitig abgeflacht, 10 bis 12 ≍ 4 bis 4·2 μ.

Ist von *Hypochnus Gardeniae* Zimm., *Hypochnus Theae* Bern. (Bull. Departm. Agric. Indes néerland., No. 6, Buitenzorg 1907, p. 16) und *Corticium javanicum* Zimm. (Zentralbl. f. Bakt. u. Parasitenkunde, 1901, II. Abt., VII. Bd., p. 102) sicher verschieden.

Cooke hat die Sporen des Pilzes nicht gesehen und die eikugeligen Basidien für solche gehalten.

472. **Hyphoderma roseum** (Pers.) Fries.

Unter diesem Namen wird Verschiedenes verstanden.

Das Exemplar im Herbar Fries (leg. E. Fries, Smoland, Femsjö) zeigt 2 bis 3 μ breite, hyaline, septierte Hyphen, mit zahlreichen Schnallen; diese Hyphen bilden zahlreiche rötlich gefärbte, 40 bis 60 μ breite Sklerotien, die außen von Hyphenenden rauh sind.

Danach ist der Pilz eine mit *Corticium centrifugum* (Lév.) verwandte Art. Basidien und Sporen wurden nicht gesehen. Es ist wahrscheinlich, daß es sich nur um eine Jugendform von *Corticium centrifugum* handelt.

Das Exemplar von *Hyphoderma roseum* in Fuckel, F. rhen., ist genau der gleiche Pilz. Nur sind hier die Sklerotien bis 80 μ breit. Hingegen ist der in Saccardo, Syll. Fung., IV, p. 89, Fungi italici, Taf. 803, beschriebene Pilz davon offenbar ganz verschieden.

Hyphoderma niveum Fuckel (Symbol. mycol., 1869, p. 364) ist nach dem Originalexemplar in Fung. rhenani (ohne Nummer) ein *Sporotrichum*, das auf faulen Haaren wächst.

Fuckel gibt als Substrat Hundekot an, ich finde den Pilz jedoch nur auf Haaren sitzend. Derselbe hat hyaline, septierte, 2 bis 4 μ breite, zartwandige, unregelmäßig, oft dichotomisch verzweigte Hyphen, deren Endzweige nur 2 μ breit sind und an etwa 4 bis 6 μ langen, dünnen, zartwandigen Stielen in lockeren Trauben hyaline, einzellige Conidien tragen. Diese sind abgerundet dreieckig, fast kappenförmig und 4 bis 5 μ breit; sie zeigen unten meist noch ein Stück des Stieles.

Der Pilz scheint mit *Sporotrichum flavissimum* Link (in Harz, Einige neue Hyphomyceten Berlins und Wiens, Moskau, p. 21, Taf. IV, Fig. 7) verwandt, bildet jedoch weiße, ziemlich feste Polster.

Hyphoderma effusum Fuckel ist nach dem Exemplar in Fung. rhenani, Nr. 241, ein unreifer Zustand von *Corticium centrifugum* (Lév.).

473. Über Actinomma Gastonis Sacc. und Myriophysa atra Fries.

Ich habe angegeben (Fragm. zur Mykologie, 1909, VII. Mitt., Nr. 333, und Ann. Buitenzorg, 1910), daß *Atichia* Flot., *Heterobotrys* Sacc., *Atichiopsis* R. Wagn. und *Seuratia* Pat. eine und dieselbe Pilzgattung sind, die meiner Ansicht nach einen an die epiphytische Lebensweise angepaßten, hochentwickelten Saccharomyceten darstellt.

Eine *Atichia* wurde auch (l. c.) von Ch. Bernard als *Capnodium stellatum* beschrieben und auch als Nebenfruchtform von *Capnodium javanicum* Zimm. angegeben. Auch die von Saccardo bei *Torula Lechneriana* erwähnten Schleimklümpchen gehören zu *Atichia.* Ebenso auch die von Neger als Nebenfrucht von *Antennaria scoriadea* Berk. angegebenen Gebilde. Ferner besteht *Apiosporium quercicolum* Fuck. zum Teil aus *Atichia glomerulosa. Atichia* ist daher, was bei der Häufigkeit derselben kein Wunder nimmt, oft gesehen und verkannt worden.

Seither wurde ich auf die Gattung *Actinomma* Sacc. mit der Art *A. Gastonis* Sacc. aufmerksam (Atti del reale Istituto veneto di scienze, 1884, II. Bd., Ser. VI, p. 28). Trotz mehrerer abweichender Angaben vermutete ich, daß es sich hier auch

um *Atichia* handelt. Diese Vermutung wurde völlig bestätigt durch die Untersuchung dreier Originalexemplare, die mir Prof. P. A. Saccardo gütigst sandte. *Actinomma Gastonis* Sacc. ist nichts als eine unreife *Atichia* ohne Asci. Die dabei befindlichen Hyphen gehören nicht dazu.

Myriophysa atra Fries (Summa vegetab. Scand., 1849, p. 481) ist meiner Ansicht nach auch nichts anderes als *Atichia glomerulosa* im Jugendzustande. Leider scheint ein Originalexemplar weder in Upsala noch in Paris und Kew vorhanden zu sein. Nach Fries' Beschreibung besteht der Pilz aus kugeligen Zellen, welche zu oberflächlich stehenden, knolligen, dauernd gelatinösen Klümpchen verbunden sind. Er wächst auf *Pinus*-Nadeln. Alle diese Angaben sprechen aufs deutlichste dafür, daß *Myriophysa* nichts als eine unreife *Atichia* ist. Auch der Umstand, daß derselbe nicht wieder gefunden wurde, spricht für diese Annahme.

474. **Sclerocystis coremioides** Berk. et Br.

Ist in Journ. Linnean Society, 1873, XIV. Bd., p. 137, Taf. X, Fig. 56, in ganz unkenntlicher Weise beschrieben und abgebildet.

T. Petch (Annals of Botany, 1908, 22. Bd., p. 116) hat auf Grund eines so bezeichneten Pilzes im Herbarium von Peradeniya, das er für ein Originalexemplar hielt, angegeben, daß derselbe nur ein steriles Sklerotium ist und daher die Gattung *Sclerocystis* gestrichen werden müsse.

Allein das tatsächliche Originalexemplar im Herbar Berkeley (Kew) zeigte mir, daß der Pilz eine Endogonacee und vollkommen identisch mit *Sphaerocreas javanicum* v. H. (Fragm. z. Mykol., 1908, V. Mitt., Nr. 174) ist. Da der Name *Sclerocystis* B. et Br. 1873 älter als *Sphaerocreas* Sacc. et Ell 1882 ist, hat er den Vorrang. Später fand ich, daß *Ackermannia* Patouillard 1902 dieselbe Gattung darstellt (Fragm. z. Mykol., 1909, VI. Mitt., Nr. 264).

Meine Überzeugung, daß *Xenomyces* Cesati (Atti real. Accadem. Scienz. Napoli, 1879, p. 26 Sep.) mit *Sclerocystis* zusammenfällt, wurde durch die Untersuchung des Originalexemplars von *Xenomyces ochraceus* Ces. aus dem Herb.

R. Horti Romani in Rom (aus O. Beccari, Crittogame di Borneo: Sarawak) als völlig richtig erwiesen. *Xenomyces ochraceus* Ces. ist identisch mit *Sclerocystis coremioides* B. et Br.

Daraus ergibt sich folgende Synonymie:

Sclerocystis Berk. et Broome 1873 *(Endogonaceae).*

Syn.: *Xenomyces* Cesati 1879.
Sphaerocreas Sacc. et Ellis 1882.
Stigmatella Sacc. 1886 (non Berk. et Curt.).
Ackermannia Patouill. 1902 (non K. Schum.).

Arten:

1. *Sclerocystis coremioides* B. et Br. 1873.

Syn.: *Sphaerocreas javanicum* v. H. 1908.
Xenomyces ochraceus Cesati 1879.

2. *Sclerocystis pubescens* (Sacc. et Ell.) v. H.

Syn.: *Sphaerocreas pubescens* Sacc. et Ell. 1882.
Stigmatella pubescens Sacc. 1886.

3. *Sclerocystis Dussi* (Pat.) v. H.

Syn.: *Ackermannia Dussi* Patouill. 1902.

4. *Sclerocystis coccogenum* (Pat.) v. H.

Syn.: *Ackermannia coccogena* Patouill. 1902.

475. Dichlaena Lentisci Dur. et Mont.

Montagne, Syll. gen. spec. crypt., 1856, p. 258, wo Literatur.

Ist nach dem Originalexemplar aus dem Pariser Herbar eine Plectascineae-Aspergillaceae, verwandt mit *Eurotium*, *Allescheria*, *Kickxella* und *Aphanoascus*.

Die gelben, 100 bis 500 μ großen, kugeligen oder etwas abgeflachten Perithecien stehen zerstreut ganz oberflächlich, sind scheinbar kahl und sitzen auf einem spärlichen Subiculum, das aus etwa 2 μ breiten, oft faszikulierten, hyalinen oder gelblichen Hyphen besteht. Ein Ostiolum fehlt völlig. Die Perithecienmembran besteht aus ein bis zwei Lagen von dickwandigen, gelblichen, rundlich polygonalen, 4 bis 6 μ breiten

Zellen. Die Zellmembran dieser ist zweischichtig. Die äußere Schichte ist dünn, dunkler und bildet eine Art Mittellamelle. Die innere ist dick, fast farblos und etwas knorpelig-gelatinös. Außen ist die Perithecienmembran stellenweise kahl oder mit bräunlichen, dünnen Hyphen oder kurzen, anliegenden Haaren versehen. Kocht man die Perithecien mit Kalilauge, so quillt die Perithecienmembran an und man sieht dann im Inneren den Nucleus in Form einer scharf begrenzten opaken, dunkelgrauen Kugel frei liegen. Diese Kugel ist von einer sehr zarten, cuticulaartigen, strukturlosen Membran begrenzt, auf deren Innenseite ziemlich lockere, hyaline, verzweigte, 1 bis 2 μ breite Hyphen verlaufen. Nach Behandlung mit Kalilauge wird der sonst weniger deutliche Bau der Perithecienmembran ganz klar, die Zellen werden größer, scharf begrenzt. Der Nucleus selbst besteht anfänglich aus einem lockeren, wolligen Geflecht von verzweigten, hyalinen, 1 bis 2 μ dicken Hyphen, an welchen (pleurogen?) die sehr zahlreichen Asci entstehen. Die ascogenen Hyphen sind an den Verzweigungsstellen und stellenweise auch im Längsverlaufe verdickt. Sehr bald werden die Asci und ascogenen Hyphen ganz aufgelöst und es bleiben nur die zahlreichen Sporen und die verdickten Partien der ascogenen Hyphen übrig. Diese Hyphenreste sind hyalin und sehr verschieden gestaltet, dreieckig, schief rhombisch kreuzförmig, oft fast krystallartig oder keulig usw. Die eigentümlich geformten Hyphenreste findet man in größerer oder geringerer Menge zwischen den Sporen, welche den kugeligen Sack, den der Nucleus bildet, ganz dicht erfüllen. Die Asci sind elliptisch, zartwandig, an der Basis mit einem warzenförmigen Ansatzvorsprunge versehen, achtsporig und $9 \asymp 7$ μ groß. Die hyalinen Sporen sind kugelig oder eikugelig, im Ascus oft rundlich-polyedrisch, mit einem Kern in der Mitte, glatt, 3 bis $3^1/_2$ μ. Die Asci zerfließen sehr bald völlig; man findet sie in den kleineren Perithecien sehr spärlich zwischen den Sporen.

Ich vermute, daß *Eurotiopsis* Karsten (non Cost.) auch eine Plectascinee ist, deren Asci rasch zerfließen und die mit *Dichlaena* nahe verwandt ist. Die Perithecien der *Dichlaena* reißen unregelmäßig auf. Von einem kreisförmigen Öffnen an der Basis, wie die Autoren angeben, habe ich nichts gesehen.

476. Dichitonium melleum Berk. et Curt.

Bei Saccardo, Syll. Fung., IV, p. 653, als fragliches *Dendrodochium* eingereiht. Ist nach dem Originalexemplar eine, wie es scheint, neue *Gymnoascus*-Art.

Der Pilz bildet oberflächlich locker haftende, 100 bis 150 μ große gelbliche Kügelchen, welche aus einem dichten Filze von sparrig-dichotomisch-baumartig verzweigten, gelblichen, steifen, etwa 2 μ dicken Hyphen bestehen, deren Verzweigungen gegen die Oberfläche des Pilzes sehr dünn und spitz enden. Im Innern sitzen an den dickeren Hauptästen der Hyphen zahlreiche eiförmige oder kugelige, 12 bis 18 μ große, mäßig derbwandige, unreife Asci, die an der Basis eine Ansatzpapille zeigen. Da der Pilz von den bisher bekannten *Gymnoascus*-Arten durch die Beschaffenheit und die Verzweigungsart der Hyphen etwas abweicht, ist es möglich, daß er in eine eigene Gymnoasceengattung gehört, die *Dichitonium* genannt werden müßte.

477. Über Dimerosporium abjectum (Wallr.) Fuckel.

Die Gattung *Dimerosporium* wurde 1869 von Fuckel aufgestellt und ist die obige Art der Typus der Gattung. Der Pilz ist eine Asterinee und wurde von Cooke zu *Asterina* gestellt (*Asterina Veronicae* [Lib.] Cooke).

Auch Saccardo (Syll. Fung., I, p. 51) führt diese Art in der Gattung *Dimerosporium* als erste auf, schreibt jedoch der Gattung kugelige Perithecien zu, was zum Typus nicht stimmt. Infolgedessen wurden von allen Autoren in die Gattung *Dimerosporium* nur Pilze mit kugeligen Perithecien gestellt, welche aber sämtlich nicht in dieselbe gehören.

Fuckel's Charakteristik der Gattung ist fehlerhaft (Symbol. mycol., 1869, p. 89). Er schreibt derselben freie, an den Hyphenenden entstehende, zweizellige Conidien zu und sagt, daß die Ascussporen leicht in ihre beiden Zellen zerfallen. Diese Angaben sind falsch.

Die Conidien entstehen in halbiert schildförmigen *Asterostomella*-Pycniden, die den Perithecien ähnlich, aber kleiner sind und vor dem Auftreten derselben ausreifen. Am reifen

Schlauchpilz sieht man meist nur die in Menge frei herumliegenden Conidien, deren Entstehungsweise nicht mehr zu erkennen ist und die daher von Fuckel als freie Conidien betrachtet wurden. Die in der Mitte meist etwas verschmälerten, violettbraunen, 17 bis 20 ≈ 5 bis 8 μ großen Conidien sind stets einzellig, zeigen aber in der Mitte einen hyalinen Gürtel von verschiedener Breite, wodurch sie scheinbar zweizellig werden. Dieser helle Gürtel entsteht jedoch durch Zerreißung des violettbraunen Exospors, wodurch das hyaline Endospor freigelegt wird.

Die Hyphen des Subiculums sind unregelmäßig verzweigt, oft etwas knorrig und netzig verbunden, 3 bis 5 μ breit und zeigen oft zierlich lappig verzweigte Hyphopodien, die schon Rehm (Ann. myc., 1907, V. Bd., p. 210) bemerkt hat.

Die halbiert schildförmigen, radiär gebauten Perithecien reißen sternförmig auf und sind schließlich weit geöffnet. Paraphysen fehlen völlig. Die eikugeligen Asci entspringen blassen, radiär angeordneten Hyphen an der Basis der Perithecien und sind in einer ziemlich festen Schleimmasse eingelagert, durch deren Quellung die Perithecien geöffnet werden. Die braunen, zweizelligen, in der Mitte etwas eingeschnürten, 14 bis 16 ≈ 6·5 bis 7 μ großen Schlauchsporen zerfallen nie in ihre zwei Zellen.

Aus diesen Angaben ersieht man, daß *Dimerosporium* Fuckel ganz so gebaute Perithecien besitzt wie *Myxasterina* v. H. (in diesen Fragmenten, 1909, VII. Mitt., Nr. 331) und mithin diese zwei Gattungen zusammenfallen. Die Myxasterineen müssen daher Dimerosporieen genannt werden.

Die Gattung *Dimerosporium* im Sinne von Saccardo's Syllog. Fung. ist eine Mischgattung und muß ganz gestrichen werden.

Später (Sacc. Syll. Fung., XVII, p. 537) haben Saccardo und Sydow jene Arten, welche braune Sporen haben, unter dem Gattungsnamen *Dimerium* abgetrennt, welche Gattung aber auch fremde Elemente enthält, jedoch erhalten bleiben muß.

Ich nenne jene Arten, welche hyaline Sporen besitzen und nicht anderswohin gehören, *Dimeriella*. Es muß einer eigenen Untersuchung der Originalexemplare vorbehalten bleiben, festzustellen, welche Arten der in der Syll. Fung. zu *Dimero-*

sporium gestellten Formen zu *Dimerium*, *Dimeriella* oder in eine andere Gattung gehören. Manche hiehergehörige Formen stehen jetzt in anderen Gattungen, z. B. *Asterina*.

Es liegt die Möglichkeit vor, daß *Dimerosporium* Fuckel = *Asterina* Léveiller ist, was sich ohne Untersuchung des Originals des Typus der Gattung *Asterina*, nämlich *A. Melastomatis* Lév., nicht entscheiden läßt. Leider scheint dieses Original im Pariser Herbar und in Kew zu fehlen, da ich es nicht erhalten konnte. Sicher ist aber, daß die meisten gegenwärtig als typisch erachteten *Asterina*-Arten keine Paraphysen haben, hingegen in wenig Schleim eingebettete Asci. Hingegen fehlen die Radiärhyphen im Perithecium, auf denen die Asci entspringen. Auf diesen Radiärhyphen sowie auf die viel stärkere Entwicklung der Schleimmasse zwischen den Asci würde daher bis auf weiteres die Gattung *Dimerosporium* Fuck. beruhen.

478. Clypeolella n. g. (Microthyriaceae).

Subiculum aus verzweigten Hyphen bestehend. Perithecien halbiert, schildförmig, häutig, sich an der Unterseite der Hyphen entwickelnd, daher verkehrt, radiär gebaut, ohne Ostiolum, oben (eigentlich auf der Basalfläche) unregelmäßig zerfallend und dann bis zum Rande offen. Asci ei-birnförmig bis kugelig. Paraphen breitfädig, zellig gegliedert. Sporen zu acht, zweizellig, hyalin.

Ist von *Microthyriella* (in diesen Fragmenten, 1909, VI. Mitt., Nr. 244, p. 97 [371], und VIII. Mitt., Nr. 366) durch das Vorhandensein eines Subiculums verschieden.

Clypeolella inversa v. H.

Subiculum rauchgraue, rundliche, 5 bis 10 *mm* breite, oft zusammenfließende, zarte Flecke blattoberseits bildend, die allmählich verlaufen. Hyphen violettbraun, gegen- und meist wechselständig verzweigt, fest angewachsen, ziemlich gerade verlaufend, 6 bis 7 μ breit, mäßig derbwandig, aus 16 bis 32 μ langen Gliedern bestehend, mit zahlreichen, meist wechselständigen, einzelligen, kugeligen, an der Basis abgeflachten,

9 bis 10 μ breiten Hyphopodien. Perithecien im Subiculum zerstreut, matt, rauchbraun, halbiert schildförmig, 160 bis 270 μ breit, zarthäutig, radiär gebaut, am Rande mit stumpfen oder quer abgeschnittenen kurzen, breiten Lappen versehen, an der Unterseite der Hyphen des Subiculums entstehend und daher von diesen bedeckt und mit der Basalfläche nach oben gekehrt (invers). Perithecienmembran dünn, in der Mitte aus einer Gruppe von polyedrischen Zellen gebildet, gegen den Rand radiär gebaut, durchscheinend, Zellen 5 bis 10 μ breit, dünn, braunwandig, gegen den Rand gestreckt. Randzellen meist kurzlappig verzweigt. Ostiolum fehlend, Perithecienmembran oben unregelmäßig zerreißend und bis fast zum Rande zerfallend, den Nucleus so ganz bloßlegend.

Paraphysen untypisch, fädig, zellig gegliedert, 5 bis 6 μ breit. Asci zahlreich, dickwandig, unten kurz vorgezogen, eibirnförmig bis fast kugelig, achtsporig, 50 bis 65 ≈ 35 bis 40 μ. Sporen hyalin, gehäuft, verlängert eiförmig, beidendig abgerundet, mäßig dünnwandig, mit dünner Schleimhülle, oben etwas breiter, zweizellig. An der unterhalb der Mitte befindlichen Querwand nicht eingeschnürt, mit fast homogenem Plasmainhalt, 22 bis 24 ≈ 10 μ. Conidien am Mycel zerstreut sitzend, dreizellig, oben abgerundet, unten scharf kurz eingekrümmt und spitzlich, 28 bis 36 ≈ 13 bis 15 μ. Die beiden oberen Zellen braun, die untere Zelle hyalin, obere Zelle zirka 12 μ, untere hyaline 8 μ lang, mittlere am größten. Jod färbt die Asci sehr blaß graublau und zeigt viel Glykogen in denselben an.

An der Oberseite lebender, ledriger, glatter, einfach gesägter Blätter eines Holzgewächses. São Leopoldo, Rio grande do Sul, Brasilien, leg. P. Theyssen 1908. Herbar Rehm.

Ich fand die Sporen stets hyalin, indessen tritt die Färbung vieler Microthyriaceen-Schlauchsporen oft erst sehr spät ein.

Nach den Beschreibungen zu urteilen, sind ähnliche, aber doch verschiedene Formen mit schließlich braunen Sporen *Asterina silvatica* Speg. (Sacc., Syll., IX, 380), *Asterina Sapotacearum* Speg. (IX, 385) und *A. laxa* Winter (Hedwigia, 1892, 31. Bd., p. 102). Letztere Art hat oben unregelmäßig zerfallende Perithecien und dürfte daher eine neue Gattung

darstellen, die sich von *Clypeolella* durch gefärbte Sporen unterscheidet.

Mikroskopisch auffallend ähnliche Perithecien hat unter den von mir verglichenen Formen *Asterina stellata* Speg. (IX, 391). Die fast gleichen Perithecien springen aber von der Mitte aus sternförmig auf. Auch wird diese Form eine *Myxasterina* sein. Während sonst die Perithecienmembranen der Microthyriaceen aus schmalen Hyphen bestehen, ist dies bei *Asterina stellata* und *Clypeolella inversa* nicht der Fall. Dieselben erscheinen daher locker gebaut. Die Hyphen des Subiculums laufen zum Teil über die Perithecien, und an jungen Perithecien kann man sehen, daß diese in der Mitte an der Unterseite einer Hyphe befestigt sind. Die Perithecien sind daher verkehrt, die freie Oberseite ist die Basis derselben. Von einem Ostiolum kann daher hier nicht gesprochen werden, da die obere Hälfte der Perithecien mit der Blattcuticula verwachsen ist. Dasselbe ist auch bei *Asterina stellata* der Fall.

Die Asci sind im Perithecium so angeordnet, daß sie frei nach oben ragen; sie entspringen daher der mit der Cuticula verwachsenen Oberseite der Perithecien, liegen daher in diesen verkehrt.

Es ist sicher, daß sich viele Microthyriaceen ähnlich verhalten werden.

Die Microthyriaceen mit zweizelligen Sporen gliedern sich nach folgendem Schema in 13 Gattungen.

I. Englerulastereen v. H.

Perithecien oben verschleimend. Mit Subiculum.

1. *Englerulaster* v. H.

II. Dimerosporieen v. H.

Asci in viel festen Schleim eingebettet; Paraphysen fehlend. Perithecien sternförmig aufspringend; Sternlappen schließlich aufgestellt und hinausgebogen; Nucleus dann freiliegend. Mit Subiculum.

2. *Dimerosporium* Fuckel (non Saccardo).

Sporen braun.

III. **Microthyrieae** Sacc. et Syd.

Nucleus ohne starke Schleimentwicklung. Ohne Subiculum.

A. Perithecien einseitig auswachsend, ei-, spatel- oder muschelförmig sich gegenseitig deckend. Mit Ostiolum. Sporen hyalin. Asci elliptisch, ohne Paraphysen.

3. *Brefeldiella* Speg.

B. Perithecienmembranen zu einer ausgebreiteten, am Rande lappigen und oft bandartig verlängerten Membran zusammenfließend. Freie Hyphen völlig fehlend. Ostiolum vorhanden. Asci keulig. Sporen braun.

4. *Trichopeltella* n. g. (*Trichopeltis* Racib. non Spegazz.).

C. Perithecien rundlich, nicht zusammenfließend.

§ Perithecien mit Borsten besetzt. Sporen hyalin.

5. *Chaetothyrium* Speg.

§§ Perithecien kahl.

a) Mit Ostiolum.

α) Sporen hyalin.

6. *Microthyrium* Desm.

β) Sporen gefärbt.

7. *Seynesia* Sacc.

b) Ohne Ostiolum. Perithecien oben unregelmäßig zerfallend. Sporen hyalin.

* Asci zylindrisch-keulig; Paraphysen typisch.

8. *Clypeolum* Speg.

** Asci eiförmig bis kugelig; Paraphysen nicht typisch.

9. *Microthyriella* v. H.

IV. Asterineae Sacc. et Syd.

Nucleus ohne Schleimentwicklung; mit Subiculum.

A. Subiculum aus bandförmig verwachsenen Hyphen bestehend. Perithecien mit Ostiolum; Sporen hyalin.

10. *Trichothyrium* Speg.

B. Subiculum aus meist einfachen Hyphen bestehend.

a) Perithecien mit Ostiolum.

α) Sporen hyalin.

11. *Asterella* Sacc.

β) Sporen braun.

12. *Asterina* Lév.

b) Perithecien ohne Ostiolum, oben unregelmäßig zerfallend. Asci eiförmig; Sporen hyalin.

13. *Clypeolella* v. H.

Polystomella Speg. ist nach dem Originalexemplar eine Dothideacee (siehe diese Fragmente, 1909, VII. Mitt., Nr. 317). *Hyphaster* P. Henn. ist die Pycnidenform von *Dimerosporium* und identisch mit *Asterostomella* Speg.

479. Micropeltis applanata Montagne.

Nach Montagne (Syllog. gen. spec. crypt., 1856, p. 245) soll das auf Cuba gesammelte Originalexemplar auf *Laurus*-Blättern wachsen; das untersuchte angebliche Typusexemplar sitzt jedoch auf anderen Blättern mit Raphiden. Der Pilz sitzt zerstreut auf einer Blattseite, ist blauschwarz, kreisrund, flach, bis 900 μ breit und in der Mitte etwa 100 μ dick. Das Ostiolum ist rund und bis 70 μ breit, zarthäutig begrenzt. Das Perithecium ist unten weichfleischig und hyalin, flach linsenförmig, oben schildförmig, opakkohlig und mit einem breiten Kreisflügel versehen, der am Rande durchscheinend dünnhäutig ist und ringsum ganz allmählich in eine sehr zarte, kaum sichtbare, hyaline, aus 1 μ breiten Hyphen bestehende Membran

ausläuft, die so wie der Kreisflügel der Epidermis fest anliegt. Der Kreisflügel ist am durchscheinend grünlichblauen Rande aus 1·6 μ breiten, langen, mäandrisch gewundenen Zellen zusammengesetzt. Der Nucleus besteht aus zahlreichen, 1 μ breiten, oben verzweigten, nicht verschleimenden Paraphysen und keuligen, ungestielten, unten etwas bauchigen, oben abgestumpften und zylindrischen, 100 bis 110 ≍ 20 μ großen Asci mit 4 bis 6 μ dicker, weicher Wandung. Die acht zweireihig stehenden Sporen sind hyalin, fünf- (bis sechs-)zellig, länglich keulig, oben abgerundet, in der Mitte am breitesten, unten zugespitzt, 32 ≍ 10 μ. Der Pilz ist nicht ganz ausgereift, daher werden die Angaben über die Sporen verbesserungsfähig sein.

Die Perithecien sind normal orientiert, also nicht invers. Daher ist der Pilz eigentlich eine schildförmige Sphäriacee und keine Microthyriacee, wohin er bisher gestellt wurde.

Unter Microthyriaceen verstehe ich nur Pilze mit inversen, halbiert schildförmigen Perithecien, wie sie bei *Asterina*, *Seynesia*, *Dimerosporium* (Fuckel non Sacc.) vorkommen. Diese Eigentümlichkeit der inversen Fruchtkörper, die, wie es scheint, gar keine echten Perithecien sind oder jedenfalls sehr auffallend modifizierte, ist eine so wesentliche, daß es unmöglich ist, mit denselben Pilze mit echten, normal orientierten Perithecien, die auch stets ganz anders gebaut sind, zu vereinigen. Die echten Microthyriaceen haben Fruchtkörper, deren obere Hälfte völlig fehlt; sie wird durch die Epidermis ersetzt, der sie flach angewachsen sind. Die untere Hälfte ist, wie es scheint, stets streng radiär gebaut und in der Mitte an der Unterseite der Hyphe befestigt, an welcher sie entsteht. Durch Ablösung dieser Traghyphe entsteht in der Mitte der nach oben gekehrten Basis der Fruchtkörper eine kleine Öffnung, die bisher als Ostiolum bezeichnet wurde, aber kein solches ist, da es sich an der morphologischen Basis der Fruchtkörper befindet. Merkwürdig ist nun, daß die Asci nicht an der Basis (also oben) entspringen, sondern dort, wo sich das wahre Ostiolum befinden würde. Die Asci sind daher umgekehrt orientiert. Daher scheint es mir, daß die inversen »Perithecien« der echten Microthyriaceen gar keine solchen sind, sondern

eine Fruchtform sui generis, was aber noch entwicklungsgeschichtlich festgestellt werden muß.

Jedenfalls steht fest, daß die Microthyriaceen in ihrem heutigen Umfange dreierlei ganz voneinander verschiedene Pilze umfassen:

1. Pilze mit inversen Fruchtkörpern (Thyriothecien?): *Asterina, Dimerosporium* (Fuckel, vielleicht von *Asterina* nicht verschieden), *Seynesia, Lembosia* (p. p.?), *Morenoëlla* (?).

2. Schildförmige Sphäriaceen: *Micropeltis, Scolecopeltis* und vielleicht die meisten bisherigen Microthyriaceengattungen.

3. Schildförmige Hypocreaceen: *Scolecopeltopsis* (Fragm. z. Mykol., 1909, VI. Mitt., Nr. 218; VIII. Mitt., Nr. 374).

Die Untersuchung der Typen der Microthyriaceen wird lehren, wie sich die bisherigen Microthyriaceen in diese drei Gruppen verteilen.

Die von mir (Fragm. zur Mykol., 1909, IX. Mitt., Nr. 425) zu *Scolecopeltopsis* gestellten Arten: *Micropeltis leucoptera* P. et S. und *M. macropelta* P. et S. stimmen gut zum Typus der Gattung *Micropeltis* und müssen daher in dieser verbleiben.

480. Micropeltis marginata Montagne.

Von dieser Art kenne ich nicht das Typusexemplar, das nach Montagne (Syll. gen. sp. pl. cryptog., 1856, p. 245) bei Cayenne auf Palmenblättern auftritt, sondern nur das von Berkeley bestimmte, von Wright auf Cuba gesammelte und in Fungi Cubensis Wrightiani No. 743 ausgegebene Exemplar aus dem Pariser Museum.

Dieses zeigt nur eine Anzahl von epiphyllen Flechten. Die einzige davon in Betracht kommende ist eine der *Raciborskiella Talaumae* (Rac.) v. H. (Fragm. z. Mykol., 1909, VIII. Mitt., Nr. 366) sehr nahestehende Flechte, die sich von dieser Art nur durch größere (bis $56 \asymp 7\ \mu$) Sporen unterscheidet. Es scheint daher *Micropeltis marginata* Mont. eine *Raciborskiella* zu sein, was jedoch am Typusexemplar noch zu prüfen sein wird.

481. Über einige Scolecopeltis-Arten.

1. Den Typus der Gattung, *Scolecopeltis tropicalis* Spegazz. (Bolet. Acad. nacion. ciencias en Córdoba, 1889, XI. Bd., p. 574), kenne ich nicht, allein aus der ausführlichen Beschreibung desselben geht hervor, daß die Perithecien desselben genau so gebaut sind wie die von *Micropeltis applanata* Mont. Daher ist *Scolecopeltis* Speg. eine schildförmige Sphäriacee und keine Microthyriacee in meinem Sinne mit inversen Fruchtkörpern, die jedenfalls eine Fruchtform sui generis darstellen und daher einen eigenen Namen (Thyriothecien) verdienen.

2. *Scolecopeltis Gaduae* P. Henn. (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 378) ist nach dem Originalexemplar eine typische *Scolecopeltis*. Die Perithecien zeigen ein rundliches, 20 μ breites, typisches Ostiolum. Paraphysen fehlen so wie bei *Sc. tropicalis*. Die Perithecien sind linsenförmig, blaß und fleischig, aber oben konisch-schildförmig, kohlig-brüchig. Der Schild ist am Rande dünn und geht in ein der Epidermis angepreßtes zartes, hyalines, aus sich kreuzenden, 1 μ breiten Hyphen bestehendes Häutchen über. Der Schild ist nicht radiär gebaut.

3. *Scolecopeltis Guettardae* P. Henn. (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 380 c. Icon.) habe ich am Originalexemplar nur ganz unreif gefunden. Der Bau des Schildes ist nicht, wie Hennings angibt, ein radiärer, sondern ganz so wie bei voriger Art. Ist daher auch eine typische Art der Gattung. Ostiolum 20 bis 45 μ breit.

4. *Scolecopeltis quindecieseptata* P. Henn. (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 379 c. Icon.) wird von Hennings als mit einem ganz deutlich radiär-zelligen Schild versehen gezeichnet. Der Pilz ist aber ganz so gebaut wie bei *Micropeltis applanata* und daher eine echte *Scolecopeltis*, wenn die Angaben über die Sporen richtig sind, was ich an den unreifen Originalexemplaren nicht feststellen konnte.

5. *Scolecopeltis Bauhiniae* P. Henn. (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 379 c. Icon.) wird ebenso wie vorige Art mit radiärzelligem Schild beschrieben und abgebildet, zeigt aber keine Spur dieser Struktur. Das Schild ist hier nicht kohlig, sondern weich und durchscheinend, es ist aus tintenblauen, unregel-

mäßig verflochtenen Hyphen zusammengesetzt und zeigt außerdem dunkle, polygonale, 15 bis 20 μ breite Netzmaschen. Das Schild reißt schließlich oben radiär oder unregelmäßig auf. Die jungen Sporen sind anfänglich zylindrisch und mehrzellig, zerfallen aber noch unreif in kugelige, ganz unregelmäßig angeordnete hyaline Teilsporen. Paraphysen fehlen. Der Pilz kann nicht als eine *Scolecopeltis* betrachtet werden, weicht aber auch von *Scolecopeltopsis* durch das unregelmäßig sich weit öffnende Schild ab, stellt wahrscheinlich eine neue Gattung dar.

482. Asterina velutina B. et C.

Ist nach dem Originalexemplar aus Kew eine typische *Balladyna*, welche der *Balladyna Gardeniae* Rac. (Parasitische Algen und Pilze Javas, Batavia 1900, II. T., p. 6) sehr nahe steht und kaum spezifisch von ihr verschieden ist. Der Pilz muß *Balladyna velutina* (B. et C.) v. H. genannt werden.

Auf der Unterseite der Blätter von *Gardenia florida* (?) sitzen zahlreiche schwarze, dicht samtige, unregelmäßig rundliche, scharf begrenzte, nicht zusammenfließende, 1 bis 3 *mm* breite, am Rand etwas radiär-fibrillöse Rasen, die aus einem einschichtigen Subiculum mit daraufsitzenden zahlreichen, dichtstehenden Borsten und Perithecien bestehen.

Das Subiculum besteht aus stark, unregelmäßig verzweigten, rotbraunen, 4 bis 6 μ breiten Hyphen, die ein dichtes, stellenweise fast membranartiges Netz bilden und aus 15 bis 20 μ langen Zellen bestehen. Öfter sind zwei bis drei Hyphen parallel miteinander verwachsen. Der Verlauf der öfter etwas knorrigen und mäßig derbwandigen Hyphen ist ganz unregelmäßig. Auf denselben sitzen zahlreiche, unregelmäßig verteilte, sehr verschieden gestaltete, rundliche, längliche, oft etwas lappige, einzellige, $7 \asymp 7$, $8 \asymp 5$, $12 \asymp 6$ μ große Hyphopodien und sehr kurzgestielte, kugelige, mehrzellige, je nach dem Alter verschieden große Perithecienanlagen. Die sehr zahlreichen, dichtstehenden, meist etwas gebogenen, stumpfen, opakschwarzen, oben durchscheinend rauchgrauen, einzelligen Borsten sind unten 7 bis 8, oben 4 μ dick und 50 bis 125 μ lang.

Die sehr zahlreichen und oft dichtstehenden Perithecien sind aufrecht eiförmig, oben kurz stumpfkegelig, 48 bis 62 μ

hoch und 40 bis 52 μ breit; sie stehen auf einem schwarzen, 6 bis 15 ≍ 5 bis 6 μ großen Stiel und enthalten meist nur einen kugeligen, achtsporigen, 28 bis 30 μ großen Ascus. Die Perithecienmembran ist 5 bis 6 μ dick und besteht aus 6 bis 8 μ großen Zellen. Sie ist sehr zähhäutig, bläulich- oder schmutzig-olivengrün und zeigt kein deutliches Ostiolum.

Die olivengrünen, zweizelligen, an der fast in der Mitte stehenden Querwand wenig eingeschnürten, an den Enden abgerundeten, dünnwandigen Sporen sind 17 bis 20 ≍ 8 bis 9 μ groß.

Die zähen, gestreckten Perithecien zeigen, daß der Pilz eine Capnodiacee ist, wie ich dies für *Balladyna* schon früher angenommen habe (Fragm. z. Mykol. 1909, IX. Mitt., Nr. 412). Der Pilz steht der *B. Gardeniae* Rac. so nahe (und tritt auch auf *Gardenia*-Blättern auf), daß ich ihn nur für eine nördliche Form derselben halte. Er zeigt wieder, daß die Englerulaceen den Capnodiaceen nahestehen.

Dimerosporium gardeniicola P. Henn. aus Japan (Engler's botan. Jahrb. f. Syst. 1902, 31. Bd., p. 739) ist mit *Asterina velutina* B. et C. identisch.

483. Schiffnerula secunda n. sp.

Subiculum blattoberseits, kleine, rundliche, schwärzliche, zusammenfließende, zarte Flecke bildend, fest angewachsen, aus 6 bis 8 μ dicken, durchscheinend braunen, mäßig derbwandigen, ziemlich gerade und flachwellig verlaufenden, stark gegen- und wechselständig verzweigten und netzig verwachsenen, kurzgliedrigen Hyphen bestehend. Gliedlänge 22 μ. Hyphopodien sehr zahlreich, meist wechselständig, schief-eiförmig, halbkugelig oder kugelig, einzellig, breit angewachsen, 9 bis 12 ≍ 11 bis 12 μ.

Perithecien zahlreich, knollenförmig, etwas flachgedrückt, weich, 44 bis 88 μ breit, mit zwei bis drei Asci, ohne Ostiolum. Perithecienmembran braun, einzellschichtig aus rundlich-polygonalen, 8 bis 16 μ breiten, außen konvex vorspringenden Zellen gebildet, später durch Verquellung des Nucleus und durch schwache, schleimige Histolyse in die einzelnen Zellen aufgelöst, welche dem gequollenen Nucleus zerstreut aufsitzen.

Paraphysen fehlen. Asci unregelmäßig eikugelig, 35 bis 40 μ breit, mäßig derbwandig, außen etwas verquellend, achtsporig. Sporen hyalin, zweizellig, an der meist in der Mitte stehenden Querwand wenig eingeschnürt, beidendig abgerundet, 22 bis 29 ≍ 12 bis 16 μ. Obere Zelle oft etwas breiter als die untere.

Auf der Oberseite der Blätter einer Composite mit schmalen, einfachgesägten Blättern, São Leopoldo, Rio grande do Sul, Brasilien, leg. Theyssen, 1908.

Paßt vollkommen in die von mir aufgestellte Gattung *Schiffnerula* (Fragm. z. Mykol. 1909, VII. Mitt., Nr. 330). Conidien wurden am Subiculum nicht beobachtet.

Die Englerulaceen schließen sich durch das Mycel den Perisporieen, durch die Perithecien den Capnodiaceen an.

484. Asterina anomala Cooke et Harkn.

Grevillea, 1881, IX. Ad., p. 87.

In Sacc., Syll. Fung. 1882, I. Bd., p. 49, als *Asteridium* aufgeführt. In Ellis and Everhardt, North-Americ. Pyrenomycetes, 1892, p. 35, als *Dimerosporium* eingereiht.

Ist nach dem schlecht entwickelten und unreifen Originalexemplar aus dem Herbar Kew eine eigentümliche Naetrocymbee, die eine neue Gattung darstellt, oder vielleicht zu *Malmeomyces* Starb. oder *Zukalia* gezogen werden könnte.

Der Pilz bildet sehr dünne, ablösliche, schwärzlichbraune, weit ausgebreitete Überzüge auf der Blattoberseite, die aus wenigen Lagen von dünnwandigen, subhyalinen, meist graubraunen, wellig verlaufenden, verzweigten, 3 bis 5 μ breiten Hyphen mit homogenem, graubraunem Inhalt ohne Hyphopodien bestehen. Die dünnen Hyphen sind heller und langgliedrig, die dickeren sind kurzgliedrig und an den Querwänden häufig etwas eingeschnürt. Die Hyphen stehen dicht, sind stellenweise membranartig verbunden. Auf dem Subiculum sitzen zahlreiche braune, rundliche oder unregelmäßige, meist kleine, doch bis 90 μ breite, außen parenchymatische Gebilde, die meist kahl sind, öfter aber mit einer bis wenigen steifen, spitzen, schwarzopaken, 120 bis 210 μ langen, unten 3 bis 6, oben 2 bis 3 μ breiten Borsten besetzt sind. Die größeren dieser Knollen reißen oben unregelmäßig auf und lassen ein helles

Kerngewebe erkennen. Es dürften dieselben unreife Pycniden oder anomale Perithecienanlagen sein.

Dazwischen sitzen zahlreiche kreisrunde, flache, fast scheibenförmige Perithecien, deren Ober- und Unterseite blaß- oder hyalinzellig ist, während sie seitlich, wo sie vom Subiculum begrenzt sind, dunkelbraun sind. Ein deutliches Ostiolum ist nicht zu sehen. Der unreife Nucleus scheint nur Asci zu enthalten. Ich sah nur wenige, 30 bis 40 ≍ 6 μ dicke, keulige, oben dickwandige Asci und nur eine hyaline, länglich-spindelförmige, einzellige, 11 ≍ 3·5 μ große Spore. Der Pilz ist offenbar schlecht entwickelt und ganz unreif.

Die Beschaffenheit der Perithecien und des Subiculums zeigt, daß es eine Naetrocymbee ist, deren Beziehungen zu *Zukalia* an besseren Exemplaren festzustellen sein wird.

Nach der Originalbeschreibung sollen auch am Mycel Borsten vorkommen, was ich nicht gesehen habe. Hingegen zeigen die Perithecien selten vereinzelte Borsten am Umfange. Die gut entwickelten Sporen sollen bis fünf Querwände haben und 20 bis 22 ≍ 4 μ groß sein.

Die Gattung *Asteridium* Sacc. ist völlig zu streichen. In ihrer jetzigen Zusammensetzung enthält sie sehr verschiedenartige Elemente.

Der Typus derselben, *Asteridium Pleurostyliae* ist eine *Meliola*. *Asteridium dimerosporoides* Speg. ist eine *Gibberella* (siehe Fragm. z. Mykol. 1909, VIII. Mitt., Nr. 359); *A. peribebuyense* Speg. ist eine Capnodiacee (siehe l. c., Nr. 358); *A. dothideoides* E. et Ev. ist eine *Morenoëlla* (siehe l. c., Nr. 357); *A. celastrinum* Tassi hat eingewachsene Perithecien, ist also eine Sphäriacee; ebenso *A. Chusqueae* Rehm, die nach dem Originalexemplar in Rehm, Ascomyc. Nr. 1195, ein eingewachsenes Stroma hat; einige Arten werden zu *Micropeltis* gehören; die meisten übrigen werden *Zukalia*-Arten oder Sphäriaceen sein.

485. Asterina connata B. et C.

Schon aus der Beschreibung dieses Pilzes in Journ. Linn. Soc. 1868, X. Bd., p. 374, geht hervor, daß der Pilz keine *Asterina* ist.

Das Originalexemplar zeigt auf der Blattoberseite zahlreiche, dicht herdenweise stehende, schwarze Punkte. Unter der Epidermis, und zwar stets unter den Spaltöffnungen entstehen kleine, schwarze, opake Stromata, welche durch die Stomata, ohne sie wesentlich zu erweitern, hervorbrechen und oben ein etwa 200 μ breites, anfänglich flaches, später gewölbtes Stroma bilden, das aus kohligen, 5 bis 6 μ breiten Parenchymzellen besteht. Diese kleinen Stromata sind nun oben mit 30 bis 40 μ breiten, kugeligen Perithecien besetzt, deren gelbbraune, häutige Wandung aus 3 bis 4 μ breiten, polygonalen Zellen besteht und kein Ostiolum zeigt. In diesen Perithecien sind wenige, meist in Gruppen stehende, schmutzigviolette, längliche, an den Enden abgerundete, zweizellige, 8 bis $9 \asymp 3$ μ große Sporen zu sehen. Die obere Zelle derselben hat etwa $^2/_5$ der Sporenlänge. Asci waren jedenfalls vorhanden, sind jedoch schon aufgelöst.

Der Pilz stellt wahrscheinlich eine neue Gattung dar, ist aber zu schlecht erhalten, um diese genügend zu charakterisieren. Er erinnert an *Montagnella* und *Lasiobotrys*, scheint aber am ehesten eine Cucurbitariee zu sein und mag daher vorläufig als *Otthia? connata* (B. et C.) v. H. bezeichnet werden. Betreffend *Pseudotthia* P. Henn. siehe Fragm. z. Mykol. 1909, VII. Mitt., Nr. 304.

Tatsächlich scheint der Pilz *Lasiobotrys* näher zu stehen, dafür sprechen die kleinen häutigen Perithecien ohne Ostiola. Allein *Lasiobotrys* entfernt sich durch viele andere Eigentümlichkeiten. Er wird eine neue, mit *Lasiobotrys* verwandte Gattung sein, die noch nicht beschrieben werden kann.

486. Asterina conglobata B. et C.

Syn.: *Dimerosporium conglobatum* (B. et C.) Ell. et Ev. (North-Amer. Pyrenomyc. 1892, p. 34).

Nach dem Originalexemplar (Herb. Kew) ist der Pilz ganz so gebaut wie *A. connata* B. et C., jedoch sollen die Sporen hyalin sein.

Der Pilz entwickelt sich aus einem kleinen Stroma, das sich in den Atemhöhlen der Spaltöffnungen befindet. Aus

denselben bricht ein olivenbraunes, parenchymatisches Gewebe durch die Stomata hervor und bildet über denselben ein rundliches, bis etwa 100 μ breites, flaches Stroma, auf dem etwa drei bis zehn Perithecien sitzen.

Der ganze Pilz ist olivenbraun und zähknorpelig. Die Perithecienmembran ist parenchymatisch aufgebaut und zeigt keine Spur eines Ostiolums. Ich sah nur in einigen wenige dickkeulige, 25 ≍ 10 μ große, unreife Asci. Nach Ellis und Everhard sollen die 6 bis 8 ≍ 2 bis 2·5 μ großen Sporen hyalin, länglich und zweizellig sein. Diesen Angaben entspricht auch die Handzeichnung Berkeley's am Originalexemplar.

Der Pilz unterscheidet sich von *Otthia? connata* (B. et C.) v. H. generisch eigentlich nur durch die Sporen.

Ist jedenfalls eine neue Gattung, die mir mit *Lasiobotrys* und *Otthiella* nächstverwandt erscheint; doch mag derselbe vorläufig *Otthiella(?) conglobata* (B. et C.) v. H. genannt werden.

487. Über Asterina Ammophilae Dur. et Mont.

Der in Durieu (Flore d'Algerie, Cryptog. I, p. 548) und Montagne, Syll. plant. cryptog. 1856, p. 255, beschriebene Pilz ist nach dem Originalexemplar aus dem Pariser Herbar eine eigentümliche *Sphaerella*.

Die schwarzen, braun-parenchymatisch-häutigen, meist 50 bis 70 μ großen, runden Perithecien mit kleinem Ostiolum sind unter der Cuticula zwischen den Epidermiszellen eingewachsen. Die größeren stehen fast rasig in der Mitte von 2 bis 4 *mm* breiten, rundlichen Flecken, welche deutlich, aber sehr zart radiär-fibrillös erscheinen. Die kleineren Perithecien sitzen zerstreut auf den Fibrillen. Diese sind unter der Epidermis eingewachsen, entspringen der Basis der Perithecien und laufen, allmählich dünner werdend, unregelmäßig radiär, verzweigt und netzig verbunden, hie und da Perithecien tragend, nach außen. Außen bestehen sie aus einfachen, 3 bis 5 μ breiten, braunen, etwas knorrigen Hyphen, innen aus bis über 30 μ breiten Bändern, die aus in einer Lage parallel verwachsener Hyphen bestehen. Die Perithecien brechen schließlich etwas hervor. Paraphysen fehlen. Asci keulig, oben abgerundet und

dickwandig, in der Mitte bauchig, unten spitz, achtsporig, 25 bis 34 ≍ 10 bis 12 μ. Die hyalinen Sporen sind länglich-keulig, in der Mitte nicht eingeschnürt-septiert, außen etwas schleimig, derbwandig, an den Enden abgerundet, 12 ≍ 4 μ. Die obere Zelle ist etwas breiter als die untere, mehr keilige.

Unterscheidet sich von den typischen *Sphaerella*-Arten durch die die Perithecien verbindenden eingewachsenen Fibrillen und die damit in Zusammenhang stehende Anordnung der Perithecien. Muß aber wohl vorläufig in dieser Gattung verbleiben und *Sphaerella Ammophilae* (D. et M.) v. H. genannt werden.

488. **Asterina examinans** B. et C.

Der in Journ. Linnean Societ. 1868, X. Bd., p. 374, beschriebene Pilz ist nach dem Originalexemplar aus dem Herb. Kew nicht ganz reif und dürfte eine mit *Montagnella* verwandte neue Gattung sein, die ich *Montagnina* nenne.

Der Pilz bildet auf der Blattunterseite zahlreiche rundliche oder eckige, gestreckte, oft verzweigte und den Blattnerven folgende und netzig verbundene, schwarze Flecke, die unter der Lupe aus kleinen Körnchen, die gegen die Ränder der Flecke kleiner sind und lockerer stehen, zusammengesetzt erscheinen.

Der Pilz entsteht, wie Querschnitte lehren, auf der Epidermis unter der Cuticula. Anfänglich bildet derselbe blasse, parenchymatisch gebaute, flache Stromata, welche die Cuticula wellig emporheben. Diese dünnen, flach-konvexen Stromata sieht man am Rande der Flecke. Sie werden später etwas dicker, olivenbraungrün, dann braunschwarz und bestehen aus 4 bis 6 μ breiten Parenchymzellen. Schließlich bilden sie dichtstehende Perithecien, welche die Cuticula durchbrechen. Diese Perithecien, welche also auf einem dünnen, subcuticulären Basalstroma stehen, scheinen eigentlich kleine Stromata mit nur einem Loculus zu sein. Sie sind 90 bis 120 μ breit, 70 bis 100 μ hoch, kugelig oder meist oben abgeflacht, sitzen mit etwas verschmälerter Basis auf, sind derbwandig und zeigen oben in der Mitte eine hellere Stelle, aber kein typisches Ostiolum. Die Perithecienmembran ist schwarzbraun und

besteht aus 6 bis 10 μ großen, flachen Parenchymzellen. Paraphysen fehlen. Asci keulig, etwa 24 bis 32 ≍ 9 bis 10 μ. Die paar gesehenen Sporen waren hyalin, länglich-eiförmig, zweizellig. Die Perithecien sind oben mit meist zweizelligen, braunen, oben blassen, stumpfen, steifen, manchmal an der Spitze kurz gegabelten, 12 bis 28 ≍ 4 bis 6 μ großen Haaren locker besetzt.

Da der Pilz unreif ist, läßt sich seine Stellung nicht genau festlegen. Es scheint eine mit *Montagnella* nahe verwandte Form zu sein (siehe Fragm. z. Mykol. 1909, VII. Mitt., Nr. 319). Da ich den Typus der Gattung *Montagnella Curumamuel* Speg. nicht kenne, kann ich nur nach seiner Beschreibung urteilen und diese läßt vermuten, daß *A. examinans* demselben sogar sehr nahesteht. Möglicherweise entstehen die Stromata von *M. Curumamuel* auch unter der Cuticula und dann könnte der Unterschied in der Behaarung allein liegen. *Montagnina* wäre dann eine *Montagnella* mit behaarten Perithecien.

Der Pilz hat vorläufig *Montagnina examinans* (B. et C.) v. H. zu heißen.

489. Über Asterina interrupta Winter.

Der Pilz wurde in Flora 1884, 67. Bd., p. 264, Taf. IV, Fig. 6, beschrieben und abgebildet. Winter hat nicht erkannt, daß derselbe ganz in der Außenwand der Epidermiszellen eingewachsen ist und mithin keine *Asterina* sein kann. Auch sind die Sporen stets einzellig. Der Bau dieses sehr eigentümlichen Pilzes ist folgender.

Unter der Cuticula der mit sehr dicken Außenwänden versehenen Epidermiszellen verläuft das braunviolette Mycel des Pilzes, das aus bandförmig flachgepreßten, mit einem ganz homogenen, braunvioletten Inhalt versehenen, ungleichmäßig 4 bis 8 μ breiten Hyphen besteht, die einzeln meist an den Grenzen der Epidermiszellen, oft mehr weniger zickzackförmig oder wellig verlaufen und 40 bis 200 μ große Netzmaschen bilden. Während die Längswände dieser Hyphen äußerst zart sind, sind die Querwände derb, dunkelgefärbt und meist einander paarweise genähert, so daß die Hyphen aus oft regelmäßig abwechselnden, 4 bis 6 μ und 10 bis 20 μ langen Zellen

bestehen. Diese eigenartigen Hyphen gehen zu wenigen von den Fruchtkörpern aus und durchsetzen diese auch oben oder unten. Die vom Pilze infizierten Partien der Blätter stellen auf beiden Blattseiten auftretende, 1 bis 6 *mm* breite, violettbraune, oft zusammenfließende Flecke dar, auf welchen die schwärzlichen Fruchtkörper herdenweise sitzen. Diese sind ebenfalls in der Außenwand der Epidermiszellen eingewachsen, halbiert schildförmig, sehr flach kegelig, mit ganz ebener Basis, gegen den Rand ganz dünn werdend, unregelmäßig rundlich, 160 bis 225 μ breit und etwa 35 μ hoch. Das Gehäuse ist nur oberseits entwickelt, die hyaline Basis zeigt nur einen sehr dünnen Fruchtboden, auf dem die wenig zahlreichen Asci, die äußeren schief, oft fast horizontal, die inneren mehr aufrecht sitzen. Die Außenwand der Fruchtkörper ist nur einzellschichtig, zeigt in der Mitte ein flaches, 16 bis 22 μ breites, rundliches, etwas zerrissenes Ostiolum, das durch Auseinanderweichen der Parenchymzellen entsteht, die das Fruchtgehäuse bilden. Diese Parenchymzellen liegen in einer Schichte, sind tafelförmig, scharf vier- bis sechseckig, dünnwandig, mit homogenem, violettbraunen Inhalt und 6 bis 9 μ breit. Das Ostiolum ist nicht typisch und nicht von eigenen Zellen begrenzt. Ein weiteres Aufreißen der Mündung findet nicht statt.

Die Mycelhyphen gehen zu wenigen in die obere Wandung und die Basis der Fruchtkörper über, wo man sie am Rande isoliert verlaufend sieht. Jeder Fruchtkörper enthält einen ihm ähnlich gestalteten Nucleus, der aus dickwandigen, schiefliegenden, keuligen, kurz knopfig gestielten, achtsporigen, 64 bis 67 ≍ 20 bis 22 μ großen Asci und fädigen, verschmolzenen, unklaren Paraphysen besteht. Die Sporen stehen zweireihig im Schlauche, sind breitelliptisch, violettbraun, 16 bis 17 ≍ 9 bis 9·5 μ. Sie sind stets einzellig, zeigen aber in der Mitte einen 2 bis 3 μ breiten, hellen Gürtel, der durch Zerreißen des Exospors, wodurch das hyaline Endospor bloßgelegt wird, zustande kommt und eine Querwand vortäuscht.

Der merkwürdige Pilz sieht einer Pseudophacidiee sehr ähnlich, kann aber trotz des ganz flachen Fruchtbodens, wegen der nicht parallelen Asci und dem kleinen, rundlichen Ostiolum nicht als Discomycet aufgefaßt werden. Er ist, wie der direkte

Vergleich zeigte, von *Stictophacidium* völlig verschieden. Auch als *Anthostomella*, die unter den Pyrenomyceten zunächst in Betracht käme, kann er, schon wegen der Form und dem Bau des Gehäuses, nicht gelten.

Würde er oberflächlich wachsen, so könnte er als *Vizella* (Sacc., Syll. Fung. II, p. 662) gelten.

Der Pilz stellt offenbar eine neue eigentümliche Sphäriaceengattung dar, die aber Beziehungen zu den Phacidiaceen und Microthyriaceen erkennen läßt. Ich nenne dieselbe:

Entopeltis n. g.

Perithecien halbiert schildförmig, Perithecienmembran nur oberseits entwickelt, parenchymatisch, einzellschichtig. Ostiolum rundlich. Schlauchboden flach, hyalin. Paraphysen fädig, verschmelzend. Asci keulig, achtsporig. Sporen gefärbt, einzellig, länglich. Mycel gefärbt, so wie die Perithecien unter der Cuticula eingewachsen.

Entopeltis interrupta (Winter) v. H.

Syn.: *Asterina interrupta* Winter. 1884.

490. Über Asterina confluens Kalchb. et Cooke.

Auf einem Exemplare von *Englerula Mac-Owaniana* (Thüm.) v. H. (aus Thümen, Mycoth. univ. Nr. 775) fand sich auch der obige in Grevillea 1880, IX, p. 33, Taf. 137, Fig. 45, beschriebene und abgebildete Pilz.

Die nähere Untersuchung des Pilzes zeigte mir, daß derselbe unter der sehr dünnen Cuticula eingewachsen ist und eine unreife Nebenfruchtform irgendeiner Phacidiacee oder Dothideacee ist, die vorläufig am besten als *Melasmia(?) confluens* (K. et C.) v. H. bezeichnet wird.

Der Pilz besteht aus 1 bis 3 *mm* breiten, oft zusammenfließenden, schwarzen, 30 bis 32 μ dicken Stromaten mit zahlreichen, unten flachen, oben konvexen, 50 bis 60 ≈ 20 μ großen, rundlichen Loculi, welche Stromata sich gegen den Rand in kleine, rundliche, nur einen Loculus führende, etwa 60 bis 100 μ

breite, halbiert-schildförmige Pycniden auflösen. Diese Pycniden sind oben in der Mitte aus 3 bis 4 μ breiten Parenchymzellen aufgebaut, die gegen den einschichtigen Rand größer, bis 9 μ breit werden und daselbst radiär angeordnet sind. Sie sehen einer Microthyriacee ähnlich und haben die Autoren verleitet, den Pilz als *Asterina* zu beschreiben. Querschnitte zeigen nun, daß der ganze Pilz aus parallelen, palissadenartig dicht angeordneten, senkrechtstehenden Reihen von prismatischen Parenchymzellen aufgebaut ist. Jede Palissade besteht aus fünf bis acht übereinanderstehenden, durch horizontale Querwände voneinander getrennten Zellen, welche innerhalb der Loculi hyalin, sonst braun sind. Die Basalschichte besteht aus einer Reihe von prismatischen, 4 bis 6 ≍ 4 bis 7 μ großen, braunen, prismatischen Zellen. Die oberste Zelle jeder Palissade bildet die parenchymatische, dunkelbraune, 4 μ dicke Decke. Der Inhalt der Loculi besteht aus senkrechten Reihen von fünf bis sechs hyalinen, prismatischen, kurzen Zellen. Zwischen den Loculi sind die Stromata dünner und bestehen aus braunen, etwa fünfzelligen Palissaden.

Im Querschnitt ist der Pilz ganz so gebaut wie eine unreife *Melasmia* und wird daher der Pilz formverwandt sein.

491. **Asterina sepulta** B. et C.

Der Pilz ist nach dem Originalexemplar im Herbar Kew eine merkwürdige Dothideacee, die mit *Dothidasteroma Pterygotae* (B. et Br.) v. H. (Fragm. z. Mykol. 1909, IX. Mitt., Nr. 443) nahe verwandt ist, sich aber dadurch unterscheidet, daß neben einem subcuticulären Subiculum (Hypostroma), noch ein oberflächliches Hyphengewebe auftritt. Ist am besten als neue Gattung zu betrachten, die ich *Dothidasteromella* nenne. Der Pilz hat *Dothidasteromella sepulta* (B. et C.) v. H. zu heißen.

Er bildet auf der Oberseite der Blätter einer japanischen Lauracee zahlreiche, schwarze, rundliche, allmählich verlaufende, nicht zusammenfließende, 1 bis 3 *mm* breite Flecke. Mit der Lupe sieht man auf denselben zahlreiche, kleine, glänzende Punkte und an vielen einige meist längliche, oft gebogene, flache Ascusstromata. Viele Flecke zeigen schmale,

radiärstehende Wülste gegen den Rand, der sehr fein radiärfibrillös ist.

Der Pilz bildet zuerst unter der dicken Cuticula auf den Epidermiszellen ein dünnes, anfänglich blasses, einzellschichtiges, subcuticuläres Subiculum (Stroma), das stellenweise dicker und braun ist und die Cuticula wellig emporhebt. Manchmal bilden aber diese dickeren Stellen 40 bis 100 μ breite, radialstehende Bänder, die nach außen oft lappig verzweigt sind. Dieses subcuticuläre Stroma besteht aus 4 bis 10 ≍ 8 μ großen Parenchymzellen. Stellenweise verdickt sich dasselbe, wird mehrschichtig und bricht durch die Cuticula hervor. Diese rundlichen oder länglichen hervorbrechenden Partien sind 40 bis 80 μ breit und von der emporgehobenen Cuticula umsäumt. Hier bildet nun der Pilz die oberflächlichen Ascusstromata und das aus Hyphen bestehende aufgelagerte Subiculum aus. Dieses besteht aus auf der Cuticula liegenden, angewachsenen, dünnwandigen, undeutlich septierten, ziemlich gerade radiär verlaufenden, unregelmäßig verzweigten, 4 μ breiten, gleichmäßig braunen Hyphen, an welchen zahlreiche, etwa 16 ≍ 4 μ lange, einzellige, aus gekrümmter Basis aufrechte Borsten entstehen. Diese sind stumpf, durchscheinend braun und an der Spitze dunkler. Oft bleiben sie ganz kurz und gleichen dann 4 ≍ 4 μ großen Hyphopodien. Auf den Hyphen treten auch ziemlich zahlreich an kurzen Stielen aufrecht sitzende, keulig-zylindrische, stumpfe, braune, vier- bis fünfzellige, etwa 33 bis 36 ≍ 6 μ große Conidien auf, die gerade oder wenig gekrümmt sind. Die Subiculärhyphen laufen oft um die rundlichen Ausbruchstellen des Stromas kreisförmig herum.

Die Ascusstromata sind meist unregelmäßig länglich, oft etwas gebogen, 280 bis 360 μ breit, etwa 64 μ hoch, opakschwarz, oben unregelmäßig aufreißend und abbröckelnd, den Nucleus weit entblößend. Die Stromata werden gegen den Rand ganz dünn und verlaufen allmählich. Am Rande sind sie undeutlich radiär gebaut, die opake Decke ist etwa 16 μ dick und kohlig, die Basis weich, bräunlich. Die Ascusstromata stehen zu wenigen, oft in einem Kreis angeordnet, im mittleren Teile der Flecke. Sie enthalten nur einen oder wenige zusammenfließende Loculi. Die Paraphysen sind oben bräunlich und etwas

verzweigt, fädig, 1·5 bis 2 μ dick. Die achtsporigen Asci sind elliptisch-keulig und 42 bis 44 ≈ 22 bis 28 μ groß. Die blaß graubraunen Sporen sind zweizellig, an den Enden abgerundet, an der Querwand nur wenig abgeschnürt, 20 bis 22 ≈ 8 bis 10 μ. Die untere Zelle ist sehr wenig länger und schmäler als die obere.

Man sieht, daß der Pilz ganz ähnlich gebaut ist wie *Dothidasteroma Pterygotae*, nur ist das subiculäre Stroma nicht so regelmäßig bandartig beschaffen und ist noch ein oberflächliches Subiculum vorhanden.

492. **Asterina solaris** Kalchbr. et Cooke.

Der in Grevillea 1880, IX. Bd., p. 33, Taf. 138, Fig. 48, beschriebene und abgebildete Pilz ist nach dem Originalexemplar im Herbar Kew eine völlig unreife Dothideacee, welche sicher mit *Dothidasteromella* v. H. verwandt ist und jedenfalls eine neue Gattung darstellt, die noch nicht genügend charakterisiert werden kann.

Der Pilz bildet auf der Blattoberseite zahlreiche, rundliche, oft zusammenstoßende, matte, braunschwarze, 2 bis 3 *mm* breite Flecke, welche deutlich radiär-fibrillös gebaut sind. In der Mitte jedes Fleckes sieht man einen konvexen, rundlichen, 400 bis 500 μ breiten Höcker, der parenchymatisch gebaut ist und aus einem kleinen, dunkelbraunzelligen Stroma hervorgeht, das sich unter der Epidermis entwickelt und hervorbricht. Von diesem Höcker gehen nun sehr zahlreiche, der Epidermis anliegende, septierte, 5 bis 6 μ breite, braunviolette, häufig zu mehreren bandartig verwachsene, ziemlich gerade, radial verlaufende Hyphen aus, die spitzwinkelig wenig verzweigt sind und bis 2 *mm* lang werden. Im mittleren Teile der Flecke um den Höcker herum sind diese Hyphen parallel membranartig verwachsen. Auf diesen Hyphen sitzen sehr zahlreiche, mehr minder aufrechte, schwarzbraune, fast opake, stumpfe, einzellige, bis 16 ≈ 7 bis 8 μ große Fortsätze, die als rudimentäre Borsten betrachtet werden können. Außerdem treten auf den Hyphen aufrechtstehende, braune, meist dreizellige, mehr minder keulige, stumpfe, etwa 36 bis 42 ≈ 11 bis 12 μ große Conidien auf. Nun entstehen um den Mittelhöcker herum auf

den Hyphen rundliche oder längliche, schwarze, polsterförmige, scharf begrenzte, opake Stromata in geringer Zahl, die am Rande deutlich radiär gebaut sind. Diese Stromata sind völlig unreif und haben nur einen Loculus.

Daraus ersieht man, daß das Hyphengewebe mit den kurzen Borstenrudimenten und Conidien ganz so wie bei *Dothidasteromella* gebaut ist; auch das Aussehen der Hyphen ist genau dasselbe.

Es ist kein Zweifel, daß der Pilz mit dieser Gattung nahe verwandt ist.

493. Über Asterina reticulata Kalchbr. et Cooke.

Von diesem in Grevillea, 1880, IX. Bd., p. 33, Taf. 138, Fig. 47, beschriebenen und abgebildeten Pilze geben die Autoren keulige Asci an. Die Untersuchung des Originalexemplars in Rabh.-Winter, Fungi europ., Nr. 3337, zeigte mir aber, daß Asci völlig fehlen und die braunen Sporen stets einzellig sind. Der Pilz gehört daher in die Gattung *Asterostomella* Speg. (Sacc., Syll., X, p. 424).

Der Pilz bildet auf beiden Blattseiten rundliche, rauchbraune, nicht fibrillöse, einige Millimeter breite, manchmal zusammenfließende Flecke, welche aus 4 bis 6 μ breiten, mäßig dünnwandigen, stark verzweigten, dicht netzig verwachsenen, violettbraunen Hyphen, die mit abwechselnden rundlichen bis länglichen, nie gelappten, $9 \asymp 8$ bis $14 \asymp 6$ bis 7 μ großen, zweizelligen Hyphopodien besetzt sind, bestehen. Die 80 bis 140 μ großen Pycniden sind dick, halbiert schildförmig, opak, radiär gebaut und schließlich weit geöffnet. Die Sporen sitzen an sehr kurzen, hyalinen Stielen, sind violettbraun, elliptisch-länglich, an den Enden abgerundet, oder unten etwas kegelig vorgezogen, stets einzellig und $20 \asymp 9$ bis 10 μ groß. Das gefärbte Exospor zerreißt in der Mitte gürtelförmig, wodurch eine hyaline Querzone entsteht und die Sporen scheinbar zweizellig werden.

Höchst auffallend ist die Ähnlichkeit dieser Conidien mit jenen von *Dimerosporium abjectum* (Wallr.) Fuckel (Symb. mycol. 1869, p. 89) gleich *Asterina Veronicae* (Lib.). Fuckel gibt nun an, daß diese Conidien frei an den Enden von Hyphenzweigen entstehen, allein die nähere Untersuchung hat mir

gezeigt, daß sie ebenso in *Asterostomella*-Pycniden entstehen wie bei *Asterostomella reticulata* (K. et C.) v. H. Es ist daher so gut wie sicher, daß dieser Pilz die Nebenfruchtform eines *Dimerosporium* Fuckel non Aut. ist (siehe diese Fragmente, Nr. 477).

494. Dothidea Baccharidis (B. et C.) (in herb. Berkeley).

Syn.: *Phyllachora Berkeleyana* Cooke, Grevillea, XIII, p. 65. *Dothidella Berkeleyana* (C.) B. et V. Add. Syll. Fung. Sacc., p. 239; Sacc., Syll. Fung. IX, p. 1036.

Der Pilz ist nach dem Originalexemplar im Herb. Kew eine *Dothidella* oder *Plowrightia*, welche beide Gattungen wahrscheinlich zusammenfallen. Die Stromata entwickeln sich aus einem unter der Epidermis der Blätter eingewachsenen kleinen, schwarzbraunen Basalstroma, das breit hervorbricht und kleinzellig parenchymatisch ist. Sie stehen in großer Zahl und dicht auf beiden Blattseiten und sind 400 bis 700 μ breit und etwa 200 μ hoch, 10 bis 15 μ großzellig parenchymatisch, oben sehr rauhhöckerig. Die ganz eingesenkten, eiförmigen Loculi sind bis $120 \asymp 90$ μ groß.

Paraphysen fädig, verschleimend. Asci keulig, achtsporig, bis $80 \asymp 13$ μ. Sporen zweireihig, hyalin, zweizellig, länglich-keulig, an den Enden verschmälert-stumpflich, meist gerade $24 \asymp 5 \cdot 5$ μ.

Der Pilz hat *Dothidella Baccharidis* (B. et C.) v. H. zu heißen.

Der in Rehm, Ascomyc. exsicc., Nr. 1693 (Ann. mycol. 1907, V. Bd., p. 81) ausgegebene Pilz ist von *D. Baccharidis* ganz verschieden, schon durch sein alleiniges Auftreten auf den Achselknospen der Zweige und die fast kugelige Gestalt der glatten Stromata. Er ist aber auch von *Dothidella Hieronymi* Speg. verschieden, unter welchen Namen er in Rabh.-W.-P., Fungi europ., Nr. 3866, ausgegeben wurde. Es ist offenbar eine eigene Form, die ich *Dothidella axillaris* v. H. nenne. Sie wurde von Rehm (Hedwigia, 1897, 36. Bd., p. 376) auch als *D. tinctoria* (Tul.) Sacc. var. *Berkeleyana* (C.) B. et V. beschrieben.

495. **Rhytisma Placenta** B. et Br.

Journ. of Linnean Society, 1873, XIV. Bd., p. 131.

Ist der Typus der Gattung *Cocconia* Sacc. (Syll. Fung., 1889, VIII. Bd., p. 738).

Cocconia ist nach Saccardo eine *Rhytisma* mit zweizelligen, braunen Sporen. Sie zählt gegenwärtig 12 Arten und wird zu den Phacidieen gerechnet. Die Gattung wurde theoretisch auf Grund unvollkommener Beschreibungen, also nicht genügend begründet aufgestellt.

Die Untersuchung des Originalexemplars von *Rhytisma Placenta* aus dem Herbar Berkeley (Kew) zeigte mir, daß der Pilz eine Dothideacee mit ganz oberflächlichem Ascusstroma ist, die mit *Hysterostomella* Speg. ganz nahe verwandt ist und sich von dieser Gattung durch die vorhandenen Paraphysen und dadurch unterscheidet, daß nur ein ringförmiger Loculus vorhanden ist, der eine flache, sterile Mittelpartie umgibt.

Die Gattung *Dielsiella* P. Henn. (= *Maurodothis* Sacc. et Syd.) steht noch näher und unterscheidet sich von *Cocconia* nur dadurch, daß das Hypostroma auf die Mitte des Pilzes beschränkt und dick, stark entwickelt ist, während *Cocconia* ein ausgebreitetes, dünnes Hypostroma besitzt.

Auch *Cycloschizon* P. Henn. steht sehr nahe, hat aber hyaline Sporen, nur spärliche Paraphysen und ein schwach entwickeltes Hypostroma.

Cocconia Placenta (B. et Br.) Sacc. bildet auf beiden Blattseiten zerstreute Stromata, die sich paarweise oben und unten gegenüberstehen. Die der Blattunterseite bleiben meist dünner, kleiner und steril. Das Hypostroma füllt die Epidermiszellen aus, ist braun, fleckweise dunkler. Aus demselben erheben sich zahlreiche einfache, dunkelbraune Hyphen, welche die Außenwand der Epidermiszellen durchbohren und auf der Cuticula das Ascusstroma bilden, das von einem blaßbräunlichen Hof öfter umgeben ist, der von der durchscheinenden vorstehenden Randzone des Hypostromas herrührt. Die Ascusstromata sind unregelmäßig rundlich, matt, kohlig, bis zum dünneren Rand opak, ziemlich leicht ablösbar, 0·7 bis 1·8 *mm* breit. Sie zeigen oben einen Ringwulst, der den ringförmigen Loculus enthält

und mit einem Kreisriß aufspringt. Der mittlere Teil ist flach, etwa 40 bis 90 μ dick und kohlig. Der Loculus zeigt eine opake, kohlige, bis 80 μ dicke Decke und ein bräunliches, fleischiges, kleinzelliges, 50 μ dickes Hypothecium. Das Hymenium besteht aus zahlreichen, fädigen, in Schleim eingebetteten Paraphysen und keuligen, oben breit abgerundeten, sich nach unten allmählich verschmälernden, oben bis 8 μ dickwandigen, etwa 100 ≍ 40 μ großen Asci mit bis zu 8 Sporen. Diese sind reif schwarzbraun, fast opak, zweizellig, in der Mitte stark eingeschnürt, meist gleichzellig, an den Enden breit abgerundet, 32 bis 40 ≍ 14 bis 16 μ.

Diese Angaben beziehen sich auf die auf Blättern von *Symplocos spicata* wachsende Form (Thwaites, Nr. 409), Berkeley und Broome geben nun an, daß eine Form des Pilzes mit halb so großen Sporen auf *Pavetta indica* vorkommt (Thwaites, Nr. 420), welche vielleicht eine eigene Art darstellt. Diese zweite Form wurde von Saccardo als var. *microspora* unterschieden.

Die Untersuchung dieser Form auf *Pavetta* zeigte mir aber, daß sie von der anderen kaum verschieden ist. Äußerlich gleicht sie derselben ganz und die Sporen sind gleichgeformt und 30 bis 36 ≍ 12·5 bis 17 μ groß. Die Angabe, daß die Sporen halb so groß sind, ist daher falsch. Es kommt daher der Pilz auf verschiedenen, miteinander nicht näher verwandten Pflanzen vor.

496. Rhytisma Porrigo Cooke.

Grevillea, 1882, X, p. 129.

Ist die zweite Art der Gattung *Cocconia* Sacc. (Syll. Fung., VIII, p. 738). Entspricht gut dem Typus der Gattung *Cocconia*.

Das Hypostroma entwickelt sich in der Epidermis der Blattoberseite und bricht stellenweise in Form von dünnen, dunkelbraunen Strängen hervor, welche die 20 bis 25 μ dicke Außenwand der Epidermiszellen schief, fast parallel mit der Oberfläche, durchsetzen und auf der Cuticula das Ascusstroma bilden. Die Ascusstromata stehen zerstreut, oder in kleinen Gruppen, sind 0·5 bis 2·5, meist 1 bis 2 *mm* breit, opakschwarz, am Rande dünn und aus einigen Lagen von unregelmäßig radial stehenden, braunen, septierten, 3 bis 4·5 μ breiten

Hyphen bestehend, im mittleren, von einem Ringwulste begrenzten, ebenen oder höckerigen Teile bis 140 μ dick und kohlig. Entweder nur ein ringförmiger Loculus vorhanden, oder von diesem umgeben, noch einige unregelmäßige. Kohlige Decke der Loculi 25 bis 45 μ dick. Hypothecium fleischig, bräunlich, 20 bis 30 μ dick. Asci sitzend, dickkeulig, bis 85 ≍ 26 μ, mäßig derbwandig, außen verschleimend. Paraphysen fädig, derbwandig, 3 bis 4 μ breit, nicht verschleimend. Sporen dunkelbraun, fast opak, zweizellig, beidendig abgerundet, stark eingeschnürt, bis 28 ≍ 12 μ.

497. **Rhytisma leptospilum** B. et C.

Journ. of Linnean Society, 1868, X. Bd., p. 372.

In Sacc., Syll. Fung., VIII. Bd., p. 737 als *Marchalia* aufgeführt.

Der Pilz kommt auf beiden Blattseiten vor, ist aber blattunterseits besser entwickelt. Die zerstreuten, oberflächlichen, matten, kohligen, flachen, oben etwas runzeligen Ascusstromata sind rundlich, 1 bis 2 *mm* breit. Der Rand ist häutig, einschichtig und besteht aus parallel verwachsenen, dunkelbraunen, 4 bis 6 μ breiten, septierten Hyphen, die nach außen fächerförmig divergieren. Die Randlinie ist scharf und verläuft wellig, fast breitlappig. In der Mitte sind einige längliche oder unregelmäßige Loculi mit dünnem, bräunlichem, fleischigem Hypothecium und derber, kohliger Decke, welche spaltig aufreißt. Die Loculi sind meist unregelmäßig angeordnet. Paraphysen fehlen völlig. Die Asci stehen dicht parallel, sind fast zylindrisch, oben abgerundet und dickwandig, etwa 85 ≍ 10 μ. Die Sporen stehen meist schief einreihig, sind dunkelbraun, zweizellig, an der Querwand eingeschnürt, beidendig abgerundet, 12 bis 14 ≍ 5 bis 7 μ. Neben den Ascusloculi kommen spärlich auch im Stroma eingewachsene kleine Conidienloculi vor mit stäbchenförmigen, geraden oder kaum gekrümmten, blaßgelblichbraunen, 8 bis 12 ≍ 2 μ großen Conidien.

Außer den Ascusstromaten kommen noch nur conidienführende vor, welche ganz so wie erstere gebaut, jedoch nur 40 bis 60 μ dick und meist etwas kleiner sind. Die Conidien-

loculi sind kugelig, 100 bis 250 μ breit und den Stromaten pycnidenartig aufgesetzt, wobei das Lumen derselben bis fast zur Basis des Stromas reichen kann. Sie sind innen allseitig mit kurzen Conidienträgern ausgekleidet, haben eine derbe, kohlige Wandung, die oben unregelmäßig aufreißt. Das Hypostroma des Pilzes sitzt in der Epidermis, ist ausgebreitet, dünn, bräunlich, in einzelnen Epidermiszellen schwarzbraun und aus solchen hervorbrechend, die fruchtbaren Stromata auf der Cuticula bildend.

Der Pilz stimmt gut zur Gattung *Hysterostomella* Speg. und muß *H. leptospila* (B. et C.) v. H. genannt werden.

498. **Rhytisma maculosum** B. et Br.

Journal of the Linnean Society, 1873, XIV. Bd., p. 130.

Das Originalexemplar zeigt zwei voneinander verschiedene Pilze.

1. Das Typusexemplar Nr. 426 auf *Sterculia alata* (= *Pterygota alata*) ist identisch mit *Rhytisma Pterygotae* B. et Br. = *Dothidasteroma Pterygotae* (B. et Br.) v. H. (Fragm. z. Mykol. 1909, IX. Mitt., Nr. 443). Da *Rhytisma maculosum* eine Seite früher publiziert ist, muß der Pilz *Dothidasteroma maculosum* (B. et Br.) v. H. genannt werden.

Das Exemplar zeigt auch den Conidienpilz reichlich, der bei dem von *Rhytisma Pterygotae* nur spurenhaft zu finden ist und daher von mir nicht erwähnt wurde. Die bis 50 μ langen und 6 bis 7 μ breiten, niederliegenden, durchscheinend dunkelbraunen, einfachen Randhyphen der jungen Ascusstromata tragen an der Spitze je eine kugelige, glatte oder schwach kleinwarzig rauhe, meist 12 μ breite, dunkelbraune, einzellige Spore, die oben einen hellen Keimporus zeigt.

2. Das zweite Exemplar auf *Cansjera Rheedii* Gmel. (Olacaceen) (Nr. 497) zeigt nur eine *Meliola*, die mit *M. amphitricha* (Fr.) nahe verwandt ist, sich aber von dieser Art durch gegenständige Hyphopodien unterscheidet und zwei *Asterina*-Arten, die eine mit glatten Sporen und nur 50 bis 100 μ großen *Asterostomella*-Pycnothyrien, die zu dichten Krusten ver-

wachsen sind, an deren Umfange die Thyriothecien stehen, die andere mit feinstacheligen Sporen.

Letztere *Asterina* ist sicher eine neue Art, die ich *Asterina echinospora* nenne. (S. d. F. Nr. 508).

499. Rhytisma ustulatum Cooke.

Der Pilz ist in Saccardo, Syll. Fung., VIII, p. 738, als *Marchalia* angeführt. Von dieser Gattung habe ich (in Fragm. z. Mykol., 1909, IX. Mitt., Nr. 448) nachgewiesen, daß sie gestrichen werden muß.

Nach dem Originalexemplar aus dem Herbar Kew ist *Rhytisma ustulatum* eine unreife *Phyllachora*, die *Ph. ustulata* (C.) v. H. genannt werden muß.

Der Pilz sitzt auf der Oberseite von *Ficus*-Blättern (mit dreischichtiger Epidermis und Cystolithen) und bildet daselbst zahlreiche, schwarze, glänzende, feinwarzig-chagrinöse, unregelmäßige oder meist etwas gestreckte, bis 20 *mm* lange und 5 bis 9 *mm* breite Stromata, die sich im Alter ablösen lassen. Zu beiden Seiten des Blattmittelnerves liegen diese Stromata häufig zwischen den Seitennerven gestreckt, fiedrig angeordnet. Diese Stromata entstehen in der äußeren kleinzelligen Lage der Epidermis, heben die Außenwand derselben empor und werden bis 150 μ dick. Sie bestehen aus senkrechten Parallelreihen von offenen, kohligen, dünnwandigen, etwas gestreckten, 5 bis 9 μ breiten Parenchymzellen. Die dicke, innen nicht scharf begrenzte Decke ist opak-kohlig. In den Stromaten treten zweierlei Loculi auf: ganz unreife Ascusloculi und Conidienloculi, die meist etwas ausgebreitet sind und fadenförmige, $20 \asymp 1\ \mu$ große Conidien enthalten.

Die von Cooke erwähnten hyalinen zweizelligen Sporen (13 bis $18 \asymp 6 \cdot 5$ bis $9\ \mu$) von elliptischer Form habe ich an einem alten Stroma auch gesehen, sie scheinen nicht zum Pilze zu gehören.

Der Pilz ist eine Dothideacee. Die Loculi mit fädigen Sporen sind charakteristisch für die Gattung *Phyllachora*, die ja auf *Ficus*-Blättern in reicher Formentwicklung auftritt. Die Nebenfruchtformen von *Phyllachora* mit fädigen Sporen in den

Loculi sind jetzt meist als *Melophia*-Arten beschrieben, haben jedoch mit dieser Gattung nichts zu tun.

Rhytisma ustulata Cooke ist daher gewiß nur eine unreife *Phyllachora*.

500. Über Auerswaldia quercicola P. Henn. und Dothidella Kusanoi P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 143, 144.

Der Autor schreibt der *Auerswaldia quercicola* einzellige dunkelbraune Sporen zu, die an der Basis eine subhyaline Papille besitzen. Die Untersuchung des Originalexemplares zeigte mir aber, daß die elliptischen, 16 bis 18 ≈ 10 bis 12 μ großen Sporen zweizellig sind; die obere Zelle ist violett und sehr groß, die untere, durch eine Querwand abgetrennte, ist kaum 2 bis 3 μ hoch und hyalin.

Der Pilz ist daher keine *Auerswaldia*, sondern eine neue Dothideaceengattung, die ich *Coccochorella* nenne. Der Pilz hat also *Coccochorella quercicola* (P. Henn.) v. H. zu heißen.

Der Pilz besitzt halbiert schildförmige, unten flache, oben konvexe Stromata von 0·5 bis 1 *mm* Breite. Die Decke ist opak, brüchig-kohlig und 60 bis 80 μ dick. Die Dicke der Stromata, die stets nur einen Loculus enthalten, beträgt 140 bis 180 μ. Die Basis derselben ist hyalin und fleischig. Die Stromata entstehen nur in der Epidermis und sind mit der sie überziehenden Außenwand verwachsen; sie brechen niemals durch. Das Ostiolum ist klein. Namentlich nach Kochen mit Kalilauge sieht man deutlich, daß die hyaline Papille der Sporen eine Zelle ist, mit deutlicher eigener Wandung und kein Schleimanhängsel.

Die Gattung *Coccochorella* wäre folgendermaßen zu charakterisieren:

Coccochorella n. g. (Dothideaceae).

Stromata in der Epidermis entstehend, unten flach und weichfleischig, oben konvex mit opaker, phyllachoroider Decke, nur einen Loculus enthaltend. Paraphysen fädig. Asci achtsporig. Sporen zweizellig, obere Zelle groß, gefärbt, untere Zelle klein, hyalin.

Die von Hennings unter dem Namen *Auerswaldiopsis quercicola* beschriebene angebliche Nebenfruchtform des Pilzes ist ein in den Stromaten wachsender, hervorbrechender Schmarotzer, der seinem Bau nach zu *Patouillardiella* Speg. (Tubercularieen) gehören könnte.

Dothidella Kusanoi P. Henn. hat nicht, wie angegeben wird, hyaline Sporen, sondern zweizellige (bei dem einzigen Fruchtkörper, den ich untersuchen konnte, bis $24 \approx 16\ \mu$ große), deren obere Zelle sehr groß elliptisch und blaßviolett ist, während die untere sehr klein, halbkugelig und hyalin ist, also ganz so wie bei *Coccochorella quercicola* (P. Henn.) v. H. Irregeführt durch Hennings' falsche Angabe habe ich diesen Pilz in Fragmente zur Mykologie, 1909, IX. Mitt., Nr. 444, als *Auerswaldia quercicola* P. H. bestimmt. Was ich daher *Coccochora quercicola* (P. Henn.) v. H. genannt habe, muß richtig *Coccochora Kusanoi* (P. Henn.) v. H. heißen und gehört wegen den zweizelligen Sporen nicht zu *Auerswaldia* im Sinne von Sacc. Syll.

Coccochora v. H. Char. emend.

Stroma phyllachoroid, sich in der Epidermis und dem darunterliegenden Parenchym entwickelnd, nur in der Mitte hervorbrechend; Stroma der Epidermis (vom Mittelteil abgesehen) auflagernd. Asci achtsporig. Paraphysen fädig. Sporen zweizellig, obere Zelle sehr groß und gefärbt, untere sehr klein, farblos. Loculi eines oder wenige.

Coccochora Kusanoi (P. Henn.) v. H.

Syn.: *Dothidella Kusanoi* P. Henn.
Coccochora quercicola (P. Henn.) v. H.

Coccochora unterscheidet sich von *Coccochorella* durch das sich tiefer entwickelnde, hervorbrechende Stroma.

Coccodiscus, das ebenso gebaute Sporen hat wie die beiden obigen Gattungen, ist der Gattung *Coccochora*, die, wie ich schon (l. c.) angegeben habe, sich den Coccoideen sehr nähert, sehr eng verwandt, unterscheidet sich aber durch die vielen Loculi, die ganz freien, der Epidermis nicht angewachsenen, unten rauhen Stromata und die kleinere Anheftungsstelle derselben.

Interessant ist, daß diese drei Gattungen mit ganz gleichgebauten und verschieden großen Sporen alle auf den Blättern nahe miteinander verwandter japanischer Eichen vorkommen.

501. Schneepia guaranitica Speg.

Gehört nach einem Exemplare, das in Balansa, Pl. du Paraguay, Nr. 3981, unter dem Namen *Schweinitziella Styracum* Speg. lag, nicht in die Gattung *Schneepia* und wird besser als *Polystomella* Speg. (= *Microcyclus* Sacc. et Syd.) aufgefaßt.

Der rundliche, matte, höckerig rauhe, flache, bis über 1·2 *mm* breite Pilz entwickelt sich in der 30 μ dicken Epidermis. In dieser entsteht durch Verschlingung von dunkelrotvioletten Hyphen ein unterbrochenes Stroma, das stellenweise einzelne Epidermiszellen mit seinem schwarzen, opaken Gewebe ganz ausfüllt, stellenweise nur in Form von verschlungenen Hyphen auftritt. Dieses Stroma bricht nun durch die Epidermis an zahlreichen Stellen durch und bildet auf derselben das hie und da nur 40 bis 50 μ, an anderen Stellen bis über 150 μ dicke Stroma, das am Rande radiär gebaut und steril ist, im mittleren Teil aber viele unregelmäßige, bald scharf getrennte, bald verschmelzende Loculi enthält. Dieselben zeigen keine Ostiola und reißen oben, wo sich eine opake, 30 μ dicke Decke befindet, ganz unregelmäßig auf.

Von *Polystomella* unterscheidet sich der Pilz nur durch das stärker entwickelte Stroma, das deutliche, oft scharf geschiedene Lokuli besitzt. Auch *Polystomella pulcherrima* Speg., der Typus der Gattung, besitzt ein in der Epidermis befindliches, aus rötlichvioletten Zellen gebildetes Hypostroma.

Die Gattungen *Polystomella, Rhagadolobium (Lauterbachiella), Discodothis* und *Hysterostomella* stehen sich sehr nahe und sind durch Zwischenformen verbunden.

502. Rhytisma Astrocaryi Montagne.

Montagne, Syll. Plant. cryptog., 1856, p. 194.

In Saccardo, Syll. Fung., 1889, VIII. Bd., p. 739, als *Cocconia* aufgeführt.

Nach einem Originalexemplar aus dem Herbar Montagne aus Kew bezieht sich Montagne's Beschreibung auf zwei Pilze. Der eine ist ein ganz steriles, dünnes, eingewachsenes Stroma, welches auf den Blättern längliche, braune Flecke bildet, deren Mitte dunkler ist und durch Risse in der Epidermis stellenweise bloßgelegt wird. Teils im Bereich dieser Flecke, meist aber zwischen denselben treten locker zerstreut Perithecien einer *Didymosphaeria* auf, deren Asci und Sporen von Montagne irrtümlich den Stromaten zugeschrieben wurden.

Diese *Didymosphaeria Astrocaryi* v. H. n. sp. scheint, soweit ich feststellen konnte, bisher unbeschrieben zu sein.

Didymosphaeria Astrocaryi v. H.

Perithecien locker zerstreut, blattoberseits unter dem einzellschichtigen Hypoderm eingewachsen, kugelig, oben etwas abgeflacht und mit dem kegeligen, derben, etwa 120 μ hohen Schnabel hervorbrechend, 300 bis 360 μ breit und hoch, rotbraunhäutig, aus vielen Lagen von polygonalen, 5 bis 8 μ breiten Parenchymzellen aufgebaut. Paraphysen zahlreich, fädig, dünn, samt den Asci in festen Schleim eingebettet. Asci keulig, oben abgerundet, unten allmählich in einen 15 μ langen Stiel verschmälert, bis 85 ≍ 12 μ. Sporen zu acht, zweireihig im Ascus, zweizellig, graubräunlich, fast violett, dünnwandig, an der dicken Querwand nicht oder wenig eingeschnürt, länglichzylindrisch, mit abgestumpften, etwas derberwandigen Enden, 11 bis 16 ≍ 4 bis 4·5 μ.

Auf den Blättern von *Astrocaryium vulgare* in Guyana häufig, Leprieur, Nr. 1120.

Die Art *Rhytisma Astrocaryi* Mont. muß völlig gestrichen werden.

503. Über Pseudomeliola Speg.

Den Typus der Gattung, *Pseudomeliola brasiliensis* Speg. (Boletin Acad. nacion. scienc. Córdoba, Buenos-Aires, 1889, XI. Bd., p. 522), kenne ich nicht. Die Perithecien werden erst als kohlig, dann als fast kohlig beschrieben. Der Pilz soll ein Ostiolum haben und wird zu den Sphäriaceen gestellt. Das Gewebe der Perithecienmembran soll undeutlich schwarzolivenfarbig sein.

Nach Rehm (Hedwigia, 1901, 40. Bd. p. 150), sind jedoch die Perithecien von *Pseudomeliola brasiliensis* weich.

Die von Rehm (l. c.) beschriebene *Pseudomeliola Rolliniae* zeigt so viele gemeinschaftliche Züge mit der Typusart, daß angenommen werden kann, daß sie eine echte *Pseudomeliola* ist. Rehm sagt zwar, daß sie sich von der Typusart durch den Mangel eines Ostiolums unterscheidet, allein das von ihm in Ascomycetes, Nr. 1823, ausgegebene Exemplar zeigt sehr deutliche, typische, rundliche, 15 bis 20 μ breite, innen zart-hyalin-radialfaserige Ostiola. Die Perithecienmembran ist braun, weich, fast fleischig, oben parenchymatisch, unten plektenchymatisch-faserig. Sehr charakteristisch sind die einfachen, verkrümmten, langen Paraphysen, die in einer stark quellenden, hyalinen Schleimmasse eingelagert sind. Die Sporen sind 20 bis 32 ≍ 1·5 bis 1·8 μ groß. Darnach ist *Pseudomeliola* eine Nectriacee, die sich enge an *Ophionectria* anschließt und von ihr verschieden durch die einzelligen Sporen und die eigentümlichen Paraphysen.

Rehm rechnet zu *Pseudomeliola* auch *Hyaloderma perpusillum* Speg. Allein diese ist nach der Beschreibung wohl sicher eine Englerulacee. Hingegen wird *Saccardomyces socius* P. Henn. (siehe meine Fragmente zur Mykologie, 1909, VI. Mitt., Nr. 221) eine *Pseudomeliola* sein; sie paßt besser in diese Gattung als zu *Ophionectria*, wohin ich sie l. c. stellte.

504. Über Meliola Fumago Niessl.

Dieser in Hedwigia, 1881, 20. Bd., p. 99, beschriebene Pilz wird von Saccardo (Syll. Fung., I, p. 53) als *Dimerosporium* aufgeführt und später (Syll. Fung., XVII, p. 537) zu *Dimerium* gestellt. Winter (Flora, 1884, 67. Jahrg., p. 266) gab an, daß er zu *Lembosia* gehört. Die Untersuchung des Originalexemplares in Rabenhorst, Fung. europ., Nr. 2513 zeigte mir, daß es eine nicht ganz typische *Asterina* ist, *Asterina Fumago* (N.) v. H.

Der Pilz bildet auf der Blattoberseite 1 bis 3 *mm* breite, rundliche, schwärzliche, undeutlich radiär-fibrillöse Flecke, in deren Mitte die wenigen Perithecien gehäuft und oft zum Teil miteinander verschmelzend sitzen. Die fest angewachsenen, dunkelbraunen, septierten, derbwandigen, 5 bis 6·5 μ breiten

Hyphen laufen ziemlich gerade radiär, sind abwechselnd und gegenständig verzweigt und weitmaschig netzig verbunden. Sie besitzen zahlreiche, meist wechselständige, etwas gebogene, meist der Länge nach anliegende, länglich zylindrische, zweizellige, oben abgerundete, 20 ≍ 7 bis 8 μ große Hyphopodien, deren obere Zelle zweimal so lang als die untere ist. Die Perithecien sind rundlich, seltener etwas gestreckt, dichtstehend und oft zu mehreren verschmelzend, halbiert schildförmig, oberflächlich, ohne Ostiolum, in der Mitte schwarz-opak, gegen den Rand deutlich aus dunkelbraunen, radialstehenden, 4 μ breiten Hyphen aufgebaut, 400 bis 600 μ breit. Sie springen unregelmäßig oder radialrissig auf. Zwischen den eikugeligen Asci stehen zahlreiche fädige, verflochtene Paraphysen. Die acht großen Sporen werden schließlich schwarzbraun und sind zweizellig.

Daraus ersieht man, daß der Pilz nur als *Asterina* aufgefaßt werden kann. Von einem Längsspalt ist an den Perithecien nichts zu sehen. Gegen die Auffassung als *Lembosia* oder *Morenoëlla* sprechen schon die Hyphopodien, welche meines Wissens den typischen Hysteriaceen fehlen. Ob übrigens diese zwei Gattungen wirklich verschieden sind, ist mir durchaus zweifelhaft und ließe sich nur durch Vergleich der Typen derselben (*Lembosia tenella* Lév. und *Morenoëlla ampulluligera* Speg.) feststellen. Überdies scheint mir, daß diese Gattungen sich eigentlich von *Asterina* nur durch etwas gestreckte Perithecien unterscheiden und daher mit den echten Hysteriaceen nichts zu tun haben. Übrigens hat Spegazzini selbst verschiedene *Morenoëlla*-Arten aus dem Jahre 1886 in den Fungi Puiggariani 1889 als *Lembosia* angeführt. Er scheint daher die Gattung *Morenoëlla*, wenn auch nicht ausdrücklich, selbst aufgelassen zu haben.

505. **Henningsiomyces pulchellus** Saccardo.

Dem Pilze wurden (Syll. Fung. 1905, XVII, p. 689) lange zylindrische Schnäbel sowie der Mangel eines Subiculums zugeschrieben. Er wird daher mit *Rhynchomeliola* Speg. verglichen und zu den Sphäriaceen gestellt.

Derselbe ist nach dem Originalexemplar in E. Ule, Mycotheca brasil., Nr. 71, eine Capnodiacee mit Perithecien ohne Schnäbel und mit gut entwickeltem lockeren Subiculum, das leicht abhebbar ist.

Letzteres besteht aus 3 μ dicken, gerade verlaufenden, spärlich septierten, unregelmäßig verzweigten, blaßviolettbraunen Hyphen. Die 80 bis 100 μ breiten, kugeligen, auf dem Subiculum herdenweise sitzenden Perithecien enthalten nur 3 bis 4 Asci, haben kein Ostiolum und besitzen eine zähhäutige, einschichtige Membran, die aus polygonalen, bis 16 μ breiten Tafelzellen besteht. Oben zeigt sich oft eine kleine Papille, die unregelmäßig aufreißt. Selten sitzen oben auf der Papille bis 300 μ lange, 20 bis 25 μ dicke, aus parallelen, locker verwachsenen, braunen, 2 bis 3 μ dicken Hyphen bestehende Synnemata, die an der Spitze, wo die Hyphen etwas auseinandertreten, blaßbräunliche, zylindrisch-spindelförmige, gerade oder schwach gekrümmte, ein- bis vierzellige, 20 bis 30 ≍ 4 μ große Conidien bilden, die sich aber, wie es scheint, auch sonst stellenweise im Mycel bilden. Diese Synnemata wurden von Saccardo für Perithecienschnäbel gehalten. Die Perithecien enthalten nur drei bis vier dickwandige, sitzende, eiförmig-dickkeulige, achtsporige, bis 70 ≍ 26 μ große Asci. Die blaßgelbbräunlichen Sporen sind zweizellig und meist 24 ≍ 9 μ groß.

Die obere Zelle ist meist breiter und kürzer als die untere. Die Sporen liegen im Ascus zwei- bis dreireihig. Neben den Perithecien treten noch dünnhäutige, 80 bis 90 μ große, braune, kugelige Pycniden auf, deren Membran undeutlich kleinzellig ist und die zahlreiche hyaline, einzellige, länglich-spindelförmige, etwa 5 ≍ 1·5 μ große Spermatien, in Schleim eingebettet, enthalten.

506. Über Sphaeria Collinsii Schwein.

Der von Schweinitz 1831 (Syn. Fung. Americ. boreal., p. 211) beschriebene Pilz wurde von Thümen (Mycoth. univ., No. 849) in die Gattung *Dimerosporium* gestellt, wo er verblieb. Später wurde er auch als *Lasiosphaeria* und *Plowrightia* beschrieben. Die Untersuchung der Exemplare in Rab.-Wint.,

Fung. europ., No 3541, und Ellis and Everh., Fung. Columb., No 417 und 1431, zeigte mir aber, daß es eine mit *Antennularia* (= *Coleroa*) verwandte Sphäriacee ist, welche sich aber durch hyaline, nahe der Basis septierte Sporen unterscheidet und eine neue Gattung darstellt, die ich *Apiosporina* nenne.

Schon das Lupenbild zeigt, daß er kein *Dimerosporium* Aut. non Fckl. sein wird. Die Unterseite der *Amelanchier*-Blätter, auf denen er schmarotzt, ist ganz mit einem schwarzen krustigen Hyphenfilz überzogen, in dem die Perithecien sehr dichtstehend sitzen. Der Hyphenfilz steht oberflächlich, doch scheint durch den Pilz die Blattepidermis zerstört zu werden. Auch scheint hie und da der Pilz tiefer ins Blattgewebe einzudringen und einem kleinen, dünnen, schwarzbraunen Hypostroma zu entspringen, von dem ausgehend der Pilz oberflächlich wächst. Doch bemühte ich mich vergeblich, hierüber völlige Klarheit zu gewinnen. Die Hyphen sind 3 bis 4 μ breit, mäßig derbwandig, septiert, violettbraun und zu einem lockeren Filz verbunden, der an der Basis, wo die Hyphenglieder kurz sind und bis 12 μ Dicke rundlich anschwellen, stellenweise locker parenchymatisch wird.

Vor der Entstehung der Perithecien erheben sich aus der Basalschicht einfache oder unregelmäßig verzweigte, durchscheinend violettbraune, verbogene, meist bandartig flache, etwa 5 bis 8 μ breite und bis über 140 μ lange Conidienträger, die nach *Cladosporium*-Art meist einzellige, längliche oder zitronenförmige, schmutzig violette, 11 bis 24 ≍ 7 bis 8 μ große Conidien bilden.

Die später auftretenden Perithecien bedecken die ganze Blattunterseite dichtrasig. Sie sind schwarz, kugelig, derbhäutig, oben etwas abgeflacht und meist etwas genabelt einsinkend, bis 200 μ breit und 160 μ hoch. Sie zeigen oben ein rundliches, oft etwas eckiges, nicht typisches, flaches Ostiolum. Die seitlich etwa 20 bis 25 μ dicke Wandung besteht aus 4 bis 5 Lagen von schwarzen, derbwandigen, polyedrischen, nicht oder wenig zusammengepreßten, 5 bis 10 μ großen Parenchymzellen und ist oben etwas dicker, unten oft sehr dick, so daß die Perithecien dann einen 100 μ breiten und 60 μ hohen Stiel zeigen. Die Perithecien sind unten mit Hyphen besetzt, die nach obenhin

in spärliche, kurze, durchscheinende, septierte, stumpfe Haare übergehen. Oben sind die Perithecien anscheinend kahl, doch findet man nicht selten daselbst opak-schwarze, stumpfliche, steife, 20 bis 30 ≍ 9 μ große Borsten in geringer Zahl, welche die Verwandtschaft des Pilzes mit *Antennularia* andeuten. Die Paraphysen sind einfach fädig, 1 μ dick, die Asci überragend. Die etwa 68 ≍ 8 μ großen Asci sind zylindrisch, aber ziemlich dickwandig, kurz knopfig gestielt, achtsporig. Die Sporen stehen zweireihig, sind hyalin, länglich-keulig, oben breiter, an beiden Enden stumpflich-konisch, zweizellig. Die obere Zelle ist etwa viermal so lang als die untere, welche kurzkegelförmig ist. Größe der Sporen 11 bis 15 ≍ 3 bis 5 μ. Membran dünnwandig, an der Querwand nicht eingeschnürt.

Der Pilz zeigt einige Verwandtschaft mit den Capnodiaceen und Naetrocymbeen, doch scheint seine natürliche Stellung neben *Antennularia* bei den Sphäriaceen zu sein.

Apiosporina n. g.

Pilz fast ganz oberflächlich. Subiculum mit verzweigten Sporenträgern mit einzelligen gefärbten Sporen. Perithecien oberflächlich, kugelig, mit Ostiolum, derbhäutig-lederig, schwarz, spärlich beborstet, dicht rasig. Paraphysen fädig, Asci zylindrisch-keulig, achtsporig; Sporen hyalin, nahe der Basis mit einer Querwand.

Apiosporina Collinsii (Schw.) v. H.

Syn.: *Sphaeria Collinsii* Schweinitz, 1834.
Dimerosporium Collinsii Thümen.
Sphaeria papilionacea B. et C.
Lasiosphaeria papilionacea (B. et C.) Sacc., 1883.
Sphaeria Russelii B. et C.
Lasiosphaeria Russelii (B. et C.) Sacc., 1883.
Plowrightia phyllogena Harkn., 1885.

507. Über Arthopyrenia peranomala A. Zahlbr.

In den Fragmenten zur Mykologie, 1909, VIII. Mitt., Nr. 384, habe ich angegeben, daß *Winteria* Rehm zu den Flechten gehört. Zehn nachträglich in die Gattung gestellte Arten gehören nicht in dieselbe. Vier andere erwiesen sich im Bau der Fruchtkörper mit *Winteria* übereinstimmend, sind aber echte Pilze

ohne Conidien. Ich zeigte ferner, daß diese vier Arten nur Formen einer sehr variablen Art sind, für die ich die Pilzgattung *Mycoglaena* aufstellte. Später (Fragmente zur Mykologie, 1909, IX. Mitt., Nr. 449) fand ich, daß *Phacidium elegans* Berk. et Curtis. mit dieser *Mycoglaena*-Art identisch ist, die nun, wenn, was wahrscheinlich ist, der Speziesname *elegans* der älteste ist, *Mycoglaena elegans* (B. et Curt.) v. H. genannt werden muß.

Synonym: *Winteria subcaerulescens* (Nyl.) Rehm 1898; *Winteria acuminans* (Nyl.) Rehm 1898; *Winteria intermedia* Sacc. et Fautr. 1900 und *Winteria laricina* v. H. 1909.

Neuerdings hat nun A. Zahlbruckner eine Flechte ohne Conidien unter dem Namen *Arthopyrenia peranomala* beschrieben (Ann. mycol. 1909, VII. Bd., p. 472), welche, wie die Untersuchung des mir vom Autor gütigst zur Verfügung gestellten Originalexemplars zeigte, auch eine *Mycoglaena* ist. Der Pilz wächst ganz so wie *Mycoglaena elegans* unter dem Periderm glatter Zweige, aber nicht von *Pinus (Larix)*, sondern von *Fraxinus Ornus* und ist äußerlich der *M. elegans* täuschend ähnlich, wie es scheint jedoch durch die Sporen davon verschieden. Da indes *M. elegans* eine, wie schon angegeben, in den Sporen sehr variable Art ist, wäre es bei der sonstigen, fast völligen Gleichheit der beiden Pilze denkbar, daß sie doch nur in den Formenkreis einer Art gehören, was um so wahrscheinlicher ist, als ich neben den an den Enden abgerundeten Sporen, wie sie Zahlbruckner beschreibt, auch spärlich solche $24 \asymp 5\,\mu$ große fand, die unten lang zugespitzt waren, genau so wie bei der *Winteria acuminans* (Nyl.) Rehm, die sicher nur eine Form der *Mycoglaena elegans* ist.

508. Asterina echinospora n. sp.

Räschen schwarz, 2 bis 3 *mm* breit, rundlich, gut begrenzt, zerstreut, blattoberseits. Subiculum fest angewachsen, dünn, aus braunen, ziemlich gerade verlaufenden, 4 bis 6 μ breiten, gegen- oder wechselständig verzweigten, locker netzig verbundenen Hyphen, die 10 bis 30 μ lange Glieder zeigen, bestehend. Hyphopodien meist wechselständig, einzellig, länglich, $10 \asymp 4$ bis 5 μ. Thyriothecien dichtrasig, stark gewölbt, in

der Mitte oft genabelt, schwarz, meist bis zum scharfen, nicht gewimperten Rande opak, aus 3 μ breiten Radialhyphen aufgebaut, fast kreisrund, 150 bis 240 μ breit, durch Radialrisse aufspringend. Paraphysen fehlend. Asci eiförmig, unten spitz, mäßig derbwandig, außen wenig verschleimend, achtsporig, 44 bis 48 ≍ 36 μ. Sporen durchscheinend braun, zweizellig, dicht mit kurzen, fast hyalinen Stacheln bedeckt, beidendig abgerundet, untere Zelle wenig schmäler als die obere, an der Querwand eingeschnürt, 26 bis 29 ≍ 12 bis 14 μ.

Auf der Oberseite der Blätter von *Cansjera Rheedii,* Ceylon 1868, Thwaites, No 497 (sub *Rhytisma maculosum* B. et Br.).

Asterina-Arten mit rauhen bis stacheligen Sporen sind: *A. multilobata* Wint. (S. F., XI, 255); *asperulispora* Gaill. (XIV, 694); *Schmideliae* Gaill. (XIV, 694); *alpina* Rac. (XVI, 647); *celtidicola* P. Henn. (XVII, 876); *paraphysata* Starb. (XVII, 878); *Turnerae* P. Henn. (XVII, 878); *huallagensis* P. Henn. (XVII, 879); *Stuhlmanni* P. Henn. (XVII, 881) und *A. Loranthaccarum* Rehm (Ann. mycol. 1907, V. Bd., p. 522). Letztgenannte Art steht der oben beschriebenen am nächsten, hat jedoch kleinere Sporen und Asci. (S. d. F. Nr. 511, 2.)

509. Asterina sublibera Berk.

Das Originalexemplar besteht nur aus einem kleinen mit dem Pilze sehr schwach besetzten Blättchen.

Auf der Oberseite desselben zeigen sich sehr zarte, matte, ziemlich ausgebreitete, kaum sichtbare, grauliche Flecke, auf denen die Perithecien zerstreut, spärlich sitzen.

Das Subiculum besteht aus 5 μ breiten, locker gegen- und wechselständig verzweigten, geraden, aber sehr kleinwellig verlaufenden Hyphen, ohne Hyphopodien; Zellenlänge der fast weinroten Hyphen 10 bis 12 μ. Die flach schildförmigen Perithecien sind bis 260 μ breit, dunkel weinrotbraun, fast opak, aus 2 μ breiten radialen Hyphen aufgebaut. Oben entsteht eine 15 bis 20 μ breite rundliche Öffnung, später treten Radialrisse auf. Der dünne Rand der rundlichen Perithecien ist ziemlich dicht mit 3 bis 3·5 μ breiten weinroten Wimpern besetzt. Die Perithecien sind invers. Die jungen Anlagen derselben bestehen aus etwa 35 μ breiten, parenchymatisch-einzellschichtigen

Scheiben, die oben exzentrisch an einem 8 ≍ 4 μ großen Hyphenzweig befestigt sind. Die Asci sind breitkeulig, derbwandig, oben abgerundet, unten kurzstielig verschmälert und stets viersporig, 64 bis 78 ≍ 16 bis 24 μ. Die Sporen liegen meist zweireihig, sind anfänglich hyalin mit gelblichem homogenem Inhalt, werden dann violett und schließlich dunkelweinrotbraun. Sie sind gleich-zweizellig, an den Enden abgerundet, an der Querwand eingeschnürt, 24 ≍ 9 bis 9·5 μ. Die Asci sind nicht im Schleim eingebettet, hingegen sind zartfädige, oben kurz verzweigte Paraphysen vorhanden.

Kann bei *Asterina* verbleiben, scheint aber eine nicht ganz typische Art der Gattung zu sein.

510. Asterina platasca Berk. et Curt.

Der in Journ. Linn. Soc. 1868, X. Bd., p. 373, beschriebene Pilz ist nach dem Originalexemplar eine echte *Asterina*.

Der Pilz bildet auf der Unterseite von *Passiflora*-Blättern rundliche, gut begrenzte, deutlich radial-fibrillöse, kaum zusammenfließende, schwarze, matte, 2 bis 4 *mm* breite Flecke, in deren Mitte zahlreiche, oft zusammenstoßende, rundliche, schwarzbraune, in der Mitte opake, bis 240 μ breite, halbiert schildförmige Perithecien sitzen, die am durchscheinenden Rande kurz faserig-lappig sind und aus 2 bis 4 μ breiten, radiären, kurzgliederigen Hyphen bestehen. Sie springen mit wenigen Radialrissen auf. Die Asci sind fast kugelig, bis 44 ≍ 42 μ, achtsporig. Sie sind in Schleim eingebettet. Paraphysen fehlend. Perithecien invers, unter den Hyphen entstehend. Sporen länglich, hellbraun, gleich-zweizellig, an den Enden etwas verschmälert abgerundet, an der Querwand mäßig eingeschnürt, etwa 28 ≍ 10 μ. Das Subiculum besteht aus derbwandigen, rotbraunen, etwas knorrigen, 6 bis 8 μ breiten, stark gegen- und wechselständig verzweigten Hyphen, die oft auch übereinander verlaufen und ein dichtes Netz bilden, stark wellig, oft fast zickzackförmig verlaufen und zahlreiche wechselständige, meist längliche, schief abstehende, 12 bis 20 ≍ 7 bis 8 μ große, seltener unregelmäßige oder lappige, einzellige Hyphopodien zeigen. Gliedlänge der Hyphen 20 bis 30 μ.

511. Asterina megalospora B. et Curt.

Diese Art wird von den Bonininseln und von Cuba angegeben. Das Exemplar von den Bonininseln (Herb. of the U. S. North Pacific Exploring Expedtion 1853 bis 1856) ist im Herbar als *Asterina megalocarpa* B. et Curt. bezeichnet, während der Pilz in der entsprechenden Publikation (n. g.) als *A. megalospora* B. et Curt. figuriert (nach Sacc. Syll. Fung., I, p. 42). Da die ebenso bezeichneten zwei Exemplare aus Cuba davon ganz verschieden sind, liegt offenbar ein Druck- oder Schreibfehler vor und muß der Boninpilz *A. megalocarpa* B. et Curt. genannt werden. In der Tat werden die Perithecien dieser Form als »groß« bezeichnet, während die der Pilze von Cuba als »punktförmig« beschrieben sind. Es ist daher auch ein Irrtum von Berkeley und Curtis, wenn sie in den Fungi Cubensis No 733 den Pilz von den Bonininseln und die betreffende Publikation zitieren.

Von Cuba liegen zwei Exemplare unter dem Namen *Asterina megalospora* im Herbar, die zwei verschiedene *Asterina*-Arten sind. Als Typus muß das auf *Passiflora*-Blättern wachsende betrachtet werden (Nr. 388, Wright). Die Identifizierung dieser drei *Asterina*-Arten mit später beschriebenen läßt sich ohne Originalexemplare nicht durchführen. Ich muß mich daher begnügen, die betreffenden Formen genauer zu beschreiben.

1. *Asterina megalocarpa* B. et Curt. in Herb. (= *A. megalospora* B. et Curt. 1862, North Pacific. Exploring Expedition, p. 129, Nr. 160, non Fungi Cub., Nr. 733).

Der Pilz wächst auf der Oberseite lederiger, einfachgesägter Blätter. Derselbe bildet kleine, rundliche, 1·5 bis 3 *mm* breite Rasen, die zu großen, oft das halbe Blatt bedeckenden zusammenfließen.

Das Subiculum ist sehr zart, später fast verschwindend, und besteht aus 5 μ breiten, gerade verlaufenden, unregelmäßig schwach kleinwelligen, fest angewachsenen, meist lang gegenständig verzweigten, violettbraunen Hyphen, deren Zweige sich nach allen Richtungen kreuzen und ein weitmaschiges, sehr lockeres Netz bilden. Haupthyphen radial verlaufend, von den Seitenzweigen nicht verschieden. Hyphenglieder meist etwa

20 μ lang. Hyphopodien wechselständig, zahlreich, einzellig, meist länglich, gerade oder etwas gekrümmt, 9 bis 10 ≍ 4 μ.

Die Perithecien sind braunschwarz, matt, halbiert schildförmig, in der Mitte oft nabelig einsinkend, 200 bis 280 μ breit, rundlich, am Rande mit 4 μ breiten, angewachsenen, violettbraunen Wimpern versehen, in der Mitte oft durchscheinend, sonst opak, radial gebaut. aus 4 μ breiten Hyphen mit 8 μ langen Zellen bestehend, radial aufspringend. Sie entstehen auf der Unterseite der Hyphen, sind also invers. Paraphysen fehlend oder undeutlich. Asci in wenig Schleim eingebettet, mäßig derbwandig, eiförmig, 45 bis 60 ≍ 28 bis 48 μ, meist achtsporig. Sporen braun, an der in der Mitte stehenden Querwand stark eingeschnürt, beidendig abgerundet, beide Zellen gleich oder die untere etwas schmäler, 25 bis 28 ≍ 11 bis 12 μ. Die Sporen keimen an beiden Enden mit braunen Hyphen gleichzeitig.

2. *Asterina megalospora* Berk. et Curt. (Wright, Cuba, Nr. 388, auf *Passiflora*; non North Pacific. Exploring Expedition, Nr. 160).

Auf diesem Pilz wird der Name *Asterina cubensis* Sacc. et Syd., Syll. Fung., XIV, p. 698, zu beziehen sein.

Die Perithecien bedecken die ganze Oberseite eines zweilappigen *Passiflora*-Blattes in Form von kleinen, 1 bis 2 *mm* breiten, unregelmäßig gestalteten, mehr minder zusammenhängenden Gruppen. Sie sind 80 bis 180 μ breit, rundlich oder unregelmäßig gestaltet, oft lembosiaartig verlängert (240 ≍ 120 μ) und stoßen häufig zu mehreren oft in kurzen Reihen aneinander. Sie entstehen unter den Hyphen, sind also invers. Perithecienmembran durchscheinend braun, einschichtig, aus 4 bis 5 μ breiten, kurzzelligen, radialstehenden Hyphen aufgebaut, am Rand mit kurzen, verbogenen, 25 bis 20 ≍ 3 bis 4 μ großen Wimpern versehen, ohne Ostiolum, schließlich mit vielen schmalkegeligen, oft nur aus einer bis zwei Reihen von Zellen bestehenden Lappen radiär aufreißend und den Nucleus weit entblößend. Dieser besteht nur aus in festem Schleim eingebetteten, eikugeligen, bis 48 ≍ 30 bis 40 μ großen, mäßig derbwandigen achtsporigen Asci. Die aus zwei fast gleichen, breitelliptisch-kugeligen Zellen bestehenden braunen, 20 bis

24 ≍ 12 bis 13 μ großen Sporen sind dicht feinstachelig rauh. Manchmal ist die untere Zelle wenig schmäler und länger als die obere. Das spärliche Subiculum besteht aus wenig und unregelmäßig verzweigten, stark wellig, fast zickzack verbogenen, 4 μ breiten braunen Hyphen, mit wenig deutlichen Septen, die 10 bis 20 μ weit voneinander abstehen. Hyphopodien zahlreich, wechselständig oder stellenweise einseitig, meist unregelmäßig rundlich und deutlich zweilappig, einzellig, mit sehr kurzem Stiele sitzend, 10 ≍ 8 μ. Sie sitzen häufig an den Biegungsstellen der Hyphen.

Der Pilz ist namentlich durch seine körnig-stacheligen Sporen und das sehr charakteristische Mycel sehr ausgezeichnet. Viersporige Asci sind selten. Er scheint bisher nicht genauer bekannt zu sein, denn die wenigen *Asterina*-Arten mit rauhen Sporen sind davon verschieden.

3. *Asterina* sp. Cuba, Wright, Nr. 394 auf einem lederigen, ganzrandigen Blatte oberseits.

Bildet unregelmäßige, oft gestreckte, 2 bis 3 *mm* breite, oft zusammenhängende, allmählich verlaufende Räschen, mit dünnem, schwärzlichem, festangewachsenem Subiculum, auf dem die Perithecien ziemlich locker zerstreut sitzen. Diese sind fast kreisrund, opak-schwarz, flach schildförmig, 200 bis 250 μ breit, in der Mitte oft breit ostiolumartig ausbröckelnd, dann mit einigen Radialrissen sich mäßig weit öffnend, am Rande mit meist dichtstehenden, geraden, steifen, 3 bis 4 μ breiten bis 100 μ langen, angewachsenen Wimpern versehen. Paraphysen fehlend. Asci achtsporig, eiförmig, bis 60 ≍ 36 μ, in festem Schleim eingebettet. Sporen durchscheinend dunkelbraun, aus zwei fast gleichen breitelliptischen Zellen bestehend, in der Mitte stark eingeschnürt, 28 bis 32 ≍ 12 bis 13 μ. Sie keimen gleichzeitig an beiden Enden mit einem zunächst fast kugeligen, kleinen Keimschlauch und sind dann scheinbar vierzellig. Hyphen des Subiculums steif und gerade verlaufend, fest angewachsen. Haupthyphen radiär, 6 bis 8 μ dick. Seitenzweige unter schiefem Winkel abstehend, oben dünner, aus 20 bis 40 μ langen Gliedern bestehend. Hyphopodien halbkugelig, gleich Hyphenschnallen an den Querwänden sitzend, 8 bis 10 μ breit, 6 μ hoch.

Eine durch die steifen Hyphen und die schnallenartigen Hyphopodien sehr charakteristische Art.

512. Über Asterina punctiformis Lév.

Das Originalexemplar des in Ann. scienc. nat. Botan. 1846, III. Serie, 4. Bd., p. 267, beschriebenen Pilzes zeigt auf der Blattoberseite weit ausgebreitete, schwärzlichgraue, sehr dünne Überzüge, die durch Verschmelzung von rundlichen, ganz allmählich verlaufenden Flecken entstehen und dicht mit den kleinen schwarzen, meist ganz unreifen Perithecien bedeckt sind. Die braunen, 4 bis 5 μ breiten, septierten Hyphen sind unregelmäßig verzweigt und locker-netzig verbunden. Sie zeigen meist abwechselnd, zweizellige, kurzgestielte, 12 ≍ 8 μ große Hyphopodien, deren untere 4 μ breite Zelle kurzzylindrisch, deren obere unregelmäßig rundlich, zwei- bis mehrlappig ist. Die Perithecien sind rundlich, halbiert schildförmig, durchscheinend braun, aus radiär verlaufenden, 3 bis 4 μ breiten Hyphen zusammengesetzt, die am Rande oft lappig sind und daselbst wimperig vorragen. Sie sind 140 bis 180 μ breit, entstehen auf der Unterseite der Hyphen, sind daher invers. Sie zeigen kein deutliches Ostiolum und reißen radiär auf. Paraphysen undeutlich, Asci eikugelig, mäßig derbwandig, 36 ≍ 33 μ. Die Sporen werden schließlich dunkelbraun, sind stark eingeschnürt, zweizellig, eilänglich, an den Enden abgerundet, 20 bis 23 ≍ 10 bis 11 μ. Halbreif erscheinen sie feinkörnig-rauh, was jedoch auf die Beschaffenheit des Inhaltes zurückzuführen ist.

Der Pilz ist eine typische *Asterina.* Wahrscheinlich haben alle Asterineen inverse Perithecien und daher kein Ostiolum. Sie öffnen sich an der nach oben gekehrten Basis.

513. Über Asterina pulla Lév.

Der Typus dieser Art stammt aus Bolivia und wächst auf Melastomaceenblättern (Ann. scienc. nat. Botan., III. Ser., 3. Bd., p. 60, 1845). Ein zweites, von Léveiller bestimmtes Exemplar wächst auf anderen, lederigen Blättern auf der Insel Reunion (Ann. scienc. nat. Botan. 1846, III. Ser., 4. Bd., p. 267). Ich konnte nur das letztere aus dem Pariser Herbar untersuchen.

Es ist mir fraglich, ob beide Exemplare denselben Pilz enthalten.

Der Pilz bildet auf der Blattoberseite rauchgraue, dünne, ganz allmählich verlaufende, runde, 2 bis 5 *mm* breite Flecke, in deren Mitte die mattschwarzen Perithecien in kleinen Herden sitzen. Das Mycel besteht aus braunen, septierten, 4 bis 5 μ breiten, fest angewachsenen Hyphen, die in der Mitte der Flecke dicht-netzig, fast membranös verwachsen sind, nach außen jedoch ganz locker, gegen- und wechselständig verzweigt, fast gerade radial verlaufen. Sie sind hier kleinwellig und zeigen ziemlich spärliche, etwa 8 μ große, einzellige, bald rundliche und stark lappige, bald längliche angepreßte oder unter einem Winkel abstehende Hyphopodien. Die 200 bis 240 μ breiten, runden Perithecien ohne Ostiolum sind fast bis zum scharfen Rande opak, radiär gebaut und gewölbt halbiertschildförmig. Die Paraphysen sind verkrüppelt fädig, die Asci eikugelig, oben dickwandig, 40 bis 44 ≍ 24 bis 28 μ. Die lange hyalin bleibenden Sporen werden zuletzt bräunlich, sind eiländlich, an der fast in der Mitte stehenden Querwand schwach eingeschnürt, 19 bis 22 ≍ 9 bis 10 μ. Die obere Zelle ist wenig breiter als die untere. Der Rand der Perithecien ist nicht fimbriat, sondern scharf begrenzt.

Der Pilz kann als eine genügend typische *Asterina* angesehen werden.

514. Asterina Azarae Lév.

Der 1845 in Ann. scienc. nat., III. Ser., III, p. 59, unvollständig beschriebene Pilz hat nach dem Originalexemplar aus dem Pariser Herbar ein sehr zartes, kaum sichtbares, 2 bis 3 *mm* breite, rundliche Flecken bildendes Subiculum, das aus weinrotbraunen, ziemlich gerade verlaufenden, gegen- und wechselständig verzweigten und locker-netzig verbundenen, septierten, 4 bis 5·5 μ breiten Hyphen besteht, an denen wechselständige, rundliche oder längliche, ein- bis zweizellige, meist stark gelappte, sehr verschiedengestaltete, 12 bis 17 μ große Hyphopodien sitzen. Die in geringer Zahl am Subiculum sitzenden Perithecien sind teils kleiner, durchscheinend, rundlich und etwa 110 μ breit, teils größer (500 ≍ 250 μ), in der

Mitte opak, länglich. Sie sind alle halbiert schildförmig und springen teils radiär, teils unregelmäßig oder mit einem Längsspalt auf. Sie bestehen aus parallelen, radiär angeordneten, 4 μ breiten Hyphen und sind am Rande nicht gewimpert. Paraphysen fädig, undeutlich. Asci eikugelig, dickwandig, achtsporig, bis 48 ≍ 40 μ. Die Sporen sind weinrotbraun, zweizellig, an der in der Mitte stehenden Querwand schwach eingeschnürt, an den Enden abgerundet, eilänglich, 22 bis 28 ≍ 10 bis 13 μ. Die obere Zelle ist meist etwas breiter als die untere.

Der Pilz entspricht ganz gut dem, was man heute unter *Asterina* versteht, könnte aber auch als *Lembosia* aufgefaßt werden. *Lembosia* und *Morenoëlla* sind offenbar *Asterina*-Arten mit etwas gestreckten Perithecien. Sie sind offenbar miteinander identisch und Asterineen; sie können als Gattungen kaum aufrecht erhalten bleiben.

515. Asterina pelliculosa Berk.

Beschrieben in J. D. Hooker, The Botany of the antarctic Voyage, London 1847, I. Bd., II. Teil, p. 453, Taf. 164, Fig. 1.

Berkeley sagt selbst, daß er keine Fruktifikation gesehen hat.

Das Originalexemplar aus dem Herbar Kew, das nur aus einem einzigen zerbrochenen Blatte besteht, zeigt einen schwärzlichen Überzug, der aus verschiedenen Algen und Hyphen besteht, zwischen welchen einzelne unreife, zarte, halbiert schildförmige Perithecien sich vorfinden. Diese sind nicht radiär gebaut, sondern bestehen aus sehr schmalen, gewundenen Zellen. Der Pilz ist jedenfalls keine *Asterina*, sondern wahrscheinlich ein unreifes *Microthyrium*.

Die Art muß völlig gestrichen werden, da das Originalexemplar nichts Beschreibbares zeigt.

Auf demselben Bogen, der das Originalexemplar der *Asterina pelliculosa* enthält, befinden sich noch neun von Berkeley selbst mit dem gleichen Namen bezeichnete Exemplare, von einem davon allerdings nur die Etikette. Schon mit der Lupe sieht man, daß diese Exemplare wahrscheinlich alle voneinander verschiedene Pilze sind, weshalb ich sie nicht weiter untersucht habe. Daraus ist zu ersehen, daß selbst

Berkeley nicht wußte, was seine *A. pelliculosa* ist. Diese zehn Exemplare stammen aus den verschiedensten Teilen der Tropen und repräsentieren voneinander ganz verschiedene Nährpflanzen.

Somit muß die *A. pelliculosa* ganz gestrichen werden.

Nach dem Gesagten kann der in Ellis und Everhardt, North American Pyrenomycetes, 1892, p. 37, als *A. pelliculosa* beschriebene Pilz nicht diese Art sein. Sie muß einen anderen Namen erhalten.

516. Asterina bullata B. et C.

Beschrieben in Journ. Linn. Soc. 1868, X. Bd., p. 374. Auf den *Peperomia*-Blättern (Cuba, Wright, Nr. 750) kommen oberseits 3 bis 5 *mm* breite, schwarzbraune, runde, oft zusammenfließende und etwas verdickte Flecke vor, auf denen zwei verschiedene Pilze auftreten sollen. In der Mitte der Flecke soll *Asterina bullata* B. et C. (1868 non 1862) vorkommen, am helleren Rande derselben hingegen *Microthyrium albigenum* B. et C. (l. c., p. 374, Nr. 741).

Die mikroskopische Untersuchung des Originalexemplares aus dem Herbar Kew hat mir aber gezeigt, daß der letztere Pilz nur der Jugendzustand des ersteren ist. Ich fand den Pilz nur ohne Asci und Sporen. Wenn die Asci zylindrisch und die Sporen hyalin und zweizellig sind, was die Autoren angeben und wahrscheinlichst richtig ist, so ist der Pilz ein *Microthyrium*, das *M. bullatum* (B. et C.) v. H. genannt werden muß.

Das Mycel ist oberflächlich, rotviolett, ohne Hyphopodien, sehr spärlich, unregelmäßig verzweigt, 2 μ breit, wenig septiert. Die halbiert schildförmigen Perithecien sind anfänglich durchscheinend weinrot, aus 2 μ breiten, radiär angeordneten Hyphen bestehend. Sie sind sehr flach, rundlich oder unregelmäßig, am Rande oft lappig, oft fast sternförmig. Oben zeigen sie ein Scheinostiolum. Sie verschmelzen oft miteinander. Zwischen ihnen liegen häufig zerstreut kleine, etwa 20 μ große einzellschichtige Scheiben von sehr verschiedener Gestalt, die offenbar ganz rudimentäre Perithecienanlagen darstellen. Später (in der Mitte der Flecke) werden die Perithecien bis 320 μ breit und fast opak. Ich fand sie stets steril.

517. Asterina aspersa Berk.

Der Pilz ist nach dem kümmerlichen Originalexemplar, das nicht ausgereift ist, ein *Microthyrium,* das *M. aspersum* (B.) v. H. genannt werden muß.

Er sitzt auf der Blattunterseite eines Laurineenblattes auf kleinen, unregelmäßigen, bräunlichen Flecken, auf denen zirka 2 μ breite, braune, unregelmäßig verzweigte Hyphen ohne Hyphopodien verlaufen. Die 140 bis 180 μ großen, rundlichen, flach schildförmigen Perithecien sind dünn braunhäutig und zeigen eine aus mäandrisch gewundenen, 1·5 μ dicken Hyphen bestehende Membran. In der Mitte zeigt sich ein rundliches, 20 bis 30 μ breites, zarthäutig begrenztes Ostiolum. Der Rand ist sehr dünn und unregelmäßig zerrissen gelappt. Die Asci sind keulig, oben derbwandig und zylindrisch, an der Spitze abgerundet, unten bauchig, achtsporig, 35 bis 36 ≍ 9 bis 10 μ. Die Sporen sind noch unreif, länglich, hyalin, zweizellig, etwa 9 ≍ 2 μ groß. Paraphysen vorhanden, fädig.

518. Über Microthyrium.

1. *Microthyrium pinastri* Fckl. (Symb. mycol., III, Nachtrag, 1875, p. 29). Fuckel beschreibt den Ascuspilz und die Spermatienform. Letztere nennt er *Leptostroma pinastri* Desm. Sie soll dem Ascuspilz ähnlich, jedoch drei- bis viermal größer sein. Der Ascuspilz ist nach dem Originalexemplar in Fungi rhenani (ohne Nummer) ein echtes *Microthyrium.* Die Spermatienform ist ganz ähnlich, aber mehrmals größer. Daraus geht hervor, daß sie mit *Leptostroma pinastri* Desm. nichts zu tun hat, welche sicher zu *Lophodermium pinastri* (Schrad.) als Nebenfruchtform gehört.

M. pinastri Fckl. hat ein sehr zartes, locker-netzig angeordnetes, aus 2 bis $2^1/_2$ μ breiten, braunen Hyphen ohne Hyphopodien bestehendes Subiculum, in dem die flach schildförmigen, runden, 140 bis 250 μ breiten Thyriothecien sitzen. Diese zeigen oben ein rundliches, 8 μ breites Pseudostiolum, sind durchscheinend dünn-braunhäutig und aus ziemlich regelmäßig radiär stehenden, 2 μ breiten Hyphen aufgebaut. Der Rand ist glatt oder etwas wimperig. Paraphysen fehlen. Die

zahlreichen Asci sind zylindrisch-keulig, an der Basis oft gebogen, oben abgerundet und derbwandig und 16 bis 20 ≍ 4 μ groß, achtsporig. Die hyalinen, länglich-stäbchenförmigen, gleich-zweizelligen, meist geraden, an den Enden abgerundeten, 7 bis 8 ≍ 1·3 bis 1·6 μ großen Sporen liegen im Ascus zweireihig.

Die Nebenfruchtform besteht aus 250 bis 400 μ großen Pyknothyrien, welche den Thyriothecien ganz ähnlich sind, jedoch kein deutliches Pseudostiolum haben und noch weniger regelmäßig radiär gebaut sind. Unten ist der Nucleus durch eine braune, cuticulaartige, sehr zarte Grenzschichte abgeschlossen.

Die Conidienträger sitzen nur auf der Unterseite des Schildes; sie sind einfachfädig, 12 bis 14 ≍ 1 μ groß und stehen dicht parallel nebeneinander. Die Conidien sind hyalin, einzellig, stäbchenförmig, meist gerade, 6 bis 7 ≍ 1 μ groß und stehen in gleich zerfallenden Ketten.

Diese Nebenfruchtform stellt eine neue Formgattung dar, die ich *Sirothyriella* nenne. Sie gehört mit *Septothyrella* v. H. (= *Asterothyrium* P. Henn. non Müll. Arg.), *Actinothyrium, Leptothyrella*, *Asterostomella*, *Eriothyrium*, *Trichopeltulum* und *Diplopeltis* in eine eigene Familie, die ich Pyknothyrieen nenne und von den Leptostromaceen ganz verschieden ist.

Sirothyriella n. g. (Pyknothyrieen).

Pyknothyrien häutig, radiär gebaut. Conidienträger am Schildchen befestigt. Conidien länglich, stäbchenförmig, hyalin, einzellig, anfänglich in Ketten. Nebenfrucht von Microthyriaceen.

2. Von *Microthyrium pinastri* Fckl. ist völlig verschieden der unter diesem Namen in Rehm, Ascomyceten, Nr. 1079, Krieger, Fungi saxon., Nr. 832, und Rabenh.-W.-P., Fungi europ., Nr. 3956, ausgegebene Pilz.

Derselbe ist eine ganz oberflächlich wachsende Dothideacee, welche von *Polystomella* Speg. (= *Microcyclus* Sacc. et Syd.) generisch kaum verschieden ist und die ich *Polystomella Abietis* v. H. nenne.

Die Stromata sind unregelmäßig rundlich oder länglich, manchmal etwas gelappt, zirka 280 μ lang, selten größer. Ihre

Dicke beträgt 40 μ. Die Decke ist dünn und besteht aus wenigen Schichten von braunen, dünnwandigen, 2 bis 4 μ breiten Zellen von sehr verschiedener Form.

Diese Zellen sind dicht, unregelmäßig, fast mäandrisch zusammengefügt. Zwischen denselben sieht man auch einzelne braune, gerade, 2 bis 4 μ breite Hyphen verlaufen. Das innere Stromagewebe ist kleinzellig, hyalin oder bräunlich. In demselben sind etwa bis zehn rundliche, 20 bis 40 μ breite, 30 μ hohe Loculi eingelagert. Ostiola sind nicht zu sehen. Die Decke reißt bei Druck ganz unregelmäßig auf. Paraphysen scheinen zu fehlen. Die Asci sind zylindrisch-eiförmig, oben dickwandig, 20 bis 26 ≍ 10 bis 12 μ. Die länglichen Sporen liegen zweireihig zu acht im Ascus und sind zweizellig (siehe Hedwigia, 1892, 31. Bd., p. 307). Der wahre Bau dieses Pilzes ist nur an dünnen Querschnitten zu erkennen. Derselbe ist von *Polystomella* durch den Mangel deutlicher Ostiola, das Fehlen der Paraphysen und des Hypostromas (das nur aus lockeren, farblosen Hyphen zu bestehen scheint) verschieden und dürfte eine eigene Gattung darstellen.

3. *Microthyrium Lunariae* (Kze.) Fckl. besteht nach dem Autor aus den conidienführenden Gehäusen von *Leptothyrium Lunariae* Kze., in welchen Asci entstehen sollen (Symb. mycol., II, Nachtrag, 1873, p. 53). Diese Angabe beruht auf irgendeinem Irrtum Fuckel's, denn sein Originalexemplar (Fungi rhen., Nr. 2471) zeigt nur *Leptothyrium Lunariae* ohne Spur von Asci. Aber selbst wenn solche auftreten sollten, was höchst unwahrscheinlich ist, wäre der Pilz keine Microthyriacee, da er einen ganz anderen Bau besitzt.

Leptothyrium Lunariae Kunze (Mykol. Hefte, II, 1823, p. 79) ist der Typus der Gattung. Die flachen, schwarzen, meist länglichen, oft unregelmäßig gelappten und verschmelzenden, sehr verschieden großen Fruchtkörper sind offenbar Stromata, die scheinbar oberflächlich liegen, sich aber wahrscheinlichst unter der sehr dünnen Cuticula entwickeln. Sie sind ringsum von einer dünnen, einzellschichtigen, braunen Haut umgeben, welche aus dünnwandigen Tafelzellen besteht. Die obere Hälfte derselben ist etwas derber gebaut als die untere, welche fest angewachsen ist. Die obere Hälfte reißt

schließlich ganz unregelmäßig der Quere oder Länge nach auf, wodurch die Entleerung der Conidien ermöglicht wird. Die obere Hälfte besteht im mittleren Teile aus polygonalen, 4 bis 5 μ breiten Tafelzellen, welche unregelmäßig angeordnet sind und mosaikartig dicht aneinander stoßen. Der 20 bis 60 μ breite Rand ist streng radiär gebaut und besteht aus 2 bis 6 μ breiten Zellreihen. Die untere Hälfte des Gehäuses ist ebenso gebaut, aber viel zarter, auch ist die radial gebaute Randzone viel breiter. Auf dieser ebenen Basalmembran sitzt nun eine 14 bis 26 μ dicke, hyaline Schichte, die aus 2 bis 3 μ breiten, prismatischen, dicht parallel palisadenartig senkrecht stehenden Hyphen besteht, die aus vier bis sechs etwa 4 μ hohen Zellen bestehen, deren oberste auch längsgeteilt ist. Auf dieser Schichte sitzen die kaum sichtbaren, sehr kurzen Sporenträger, die zahlreiche, in Schleim eingebettete, sichelförmige, 5 ≍ 1·5 μ große, beidendig spitze Conidien bilden.

Man sieht, daß der Pilz eigenartig gebaut ist. Der Bau erinnert sehr an den von *Myxodiscus confluens* (Schw.) v. H. (Fragm. z. Mykol., 1906, II. Mitt., Nr. 77), ein Pilz, den ich jetzt für eine Nebenfruchtform halte.

Es wird zu untersuchen sein, welche der vielen *Leptothyrium*-Arten wirklich in die Gattung gehören.

M. Lunariae Fckl. ist nach dem Gesagten ganz zu streichen.

4. *Microthyrium Rubi* Niessl, 1880, in Kunze, Fungi selecti, Nr. 379, zeigt im reifen Zustande kaum mehr Spuren des Subiculums. Die Thyriothecien sind weniger deutlich radial gebaut und bestehen aus nur 1·5 bis 2 μ breiten radialen Zellreihen.

Damit ist identisch *Sacidium versicolor* Desm. (1853) in Pl. crypt. France, Ed. I, Nr. 52 (Ann. Sc. nat., 3. Ser., Botan., XX. Bd., p. 217). Desmazière hatte die Asci übersehen.

Der Pilz muß nun *M. versicolor* (Desm.) v. H. heißen.

519. **Asterina cuticulosa** Cooke.

Ist nach dem Originalexemplar im Herbar Kew genau so gebaut wie *Microthyriella Rickii* (Rehm) v. H. (Fragm. z. Mykol., 1909, VI. Mitt., N. 244 [10]) und hat daher *Microthyriella*

cuticulosa C. (v. H.) zu heißen. Zu der Beschreibung in Ellis and Everhardt, North-Americ. Pyrenomycetes, 1892, p. 40) ist noch hinzuzufügen, daß die dünne, braune, einzellschichtige Perithecienmembran am Rande in ein schmales hyalines Häutchen übergeht und aus etwa 3 μ breiten, unregelmäßigen, gelappten und verbogenen Tafelzellen besteht. Sie zerfällt in zahlreiche kleine Stücke.

Asterina pseudocuticulosa Winter (Hedwigia, 1886, 25. Bd., p. 95) ist ebenfalls eine *Microthyriella*, die *M. pseudocuticulosa* (W.) v. H. zu heißen hat und der *M. Rickii* (Rehm) v. H. mindestens sehr nahe steht.

Microthyrium applanatum Rehm (Ann. mycol., 1908, VI, p. 122) ist nach einem Originalexemplar ebenfalls eine *Microthyriella*, die *M. applanata* (Rehm) v. H. zu heißen hat.

520. **Asterina orbicularis** B. et Curt.

Ist nach dem Originalexemplar eine merkwürdige Asterinee mit schließlich flachkugeligen Perithecien, deren Membran so wie *Englerula* durch starke schleimige Histolyse völlig zerfällt. Stellt eine neue Gattung dar, die ich *Englerulaster* nenne.

Der Pilz bildet auf beiden Blattseiten viele rundliche, einige Millimeter breite, schwarze, matte, dünne Flecke, die zusammenfließen und oft das ganze Blatt bedecken.

Das Subiculum besteht aus rotbraunen, 5 bis 6 μ dicken Hyphen mit 12 bis 32 μ langen Gliedern, die kleinwellig gerade verlaufen, fest angewachsen und stark gegen- und wechselständig verzweigt sind. Die Zweige bilden ein dichtes, fast membranartiges Netz mit kleinen Maschen. Sie zeigen zahlreiche einzellige, rundliche oder eiförmige, seltener unregelmäßige, 8 μ breite Hyphopodien. Häufig werden die Netzmaschen ganz oder teilweise mit rundlichen, aus einer Lage von 2 bis 3 μ breiten Parenchymzellen bestehenden, dünnen, 20 bis 50 μ breiten Häutchen ausgefüllt, die an kurzen Seitenästen der Hyphen mit ihrer Oberseite befestigt sind. Es sind dies rudimentäre Perithecienanlagen. Die Perithecien sind anfänglich halbiert-schildförmig, mit dünner, durchscheinend hellbrauner, aus 4 μ breiten, radial stehenden Hyphen zusammengesetzter Membran. Manchmal bleiben sie so und entwickeln sich

nicht weiter, meist aber bilden sie sich zu mit breiter Basis aufsitzenden, etwa 100 bis 220 μ breiten, 70 bis 90 μ hohen,runden, dick-polsterförmigen Fruchtkörpern aus, die nur am schmalen Rande der Basis manchmal noch einen radiären Bau erkennen lassen und hierdurch ihre Entstehung aus *Asterina*-Perithecien verraten. An den jungen Perithecien sieht man, daß sie an der Unterseite der Hyphen entstehen, also invers sind. Die so entstandenen flachkugeligen Perithecien sind außen, besonders stark unten mit einer strukturlosen, unlöslichen, braunschwarzen Masse in dünner oder stellenweise dickerer Schichte überzogen, die schollig zerreißt. Die Perithecienmembran entwickelt nun nach außen und innen eine große Masse von festem, sich mit Jod graublau färbendem Schleim, durch welchen die Schichte der schwarzbraunen Masse weit abgehoben wird. Gleichzeitig bildet sich auch zwischen den in einer Lage stehenden Zellen der Perithecienmembran viel Schleim, wodurch diese völlig zerfällt und in teils einzeln stehende, teils in Gruppen oder Reihen zusammenhängende, rundliche, bräunliche, 8 bis 10 μ breite Zellen, die im Schleim eingebettet sind, aufgelöst wird.

Die Basis der Perithecien ist hyalin oder blaß und sitzt direkt auf der Blattepidermis. In der Mitte der Basis entspringen oft nur wenige, oft zahlreiche hyaline, zellig gegliederte, 2 bis 4 μ breite, manchmal knorrige oder wenig verzweigte, bis über 40 μ lange, doch meist kürzere Fäden, die man als Paraphysen betrachten kann.

Die Asci sind eikugelig, 52 bis 65 μ breit, achtsporig und haben eine 2 bis 4 μ dicke Wandung. Die Sporen sind zuletzt fast opak schwarzbraun, fast gleichzweizellig, an den Enden abgerundet, an der Querwand ziemlich stark eingeschnürt und bis 36 ≍ 18 μ groß.

Kennt man die Entwicklung des Pilzes nicht, so hält man ihn für eine *Englerula*; aber schon der Bau der Hyphen deutet an, daß er keine solche sein wird.

Durch diese Feststellungen wird ein neues Licht auf die Systematik der Pyrenomyceten mit verschleimenden Perithecien geworfen. Während bisher angenommen werden konnte, daß diese einem einzigen Entwicklungskreise angehören (Englerulaceen), ist dies jetzt nicht mehr der Fall.

Ich glaube nunmehr, daß die bisher bekannten hierhergehörigen Formen zwei Pilzgruppen verschiedener Herkunft bilden.

1. **Perisporieen** mit verschleimenden Perithecien.

   1. *Englerula* P. Henn. Sporen zweizellig, braun, Peritheciennmembran in Zellen zerfallend.
      a) Ohne Hyphopodien; Schleim außen keine krustige Substanz ausscheidend.
      Englerula Macarangae P. Henn. (Typus).
      b) Mit Hyphopodien; Schleim außen mit einer Kruste bedeckt.
      Englerula carnea (E. et M.) v. H.

   2. *Parenglerula* v. H. Perithecienmembran in paraphysenartige Fäden zerfallend. Sporen zweizellig, braun.
      Parenglerula Mac-Owaniana (Thüm.) v. H.

   3. *Nostocotheca* Starb. Sporen mehrzellig.
      Nostocotheca ambigua Starb. (nicht gesehen).

   4. *Schiffnerula* v. H. Wie *Englerula*, aber nur mit schwacher schleimiger Histolyse der Perithecien. Mit Hyphopodien.
      Schiffnerula mirabilis v. H.
      Schiffnerula secunda v. H.

II. **Asterineen** mit verschleimenden Perithecien.
   Englerulaster orbicularis (B. et C.) v. H.

Englerula carnea (E. et M.) v. H. weicht vom Typus ziemlich ab und ist wahrscheinlich eine eigene Gattung.

Balladyna Medinillae Racib., die ich nicht gesehen habe und bisher als eine *Englerula* betrachtete, scheint nach der mir nicht klaren Beschreibung eine *Schiffnerula* zu sein oder eine neue, damit nahe verwandte Gattung.

521. Über Asterina Labecula Mont.

Der Pilz wurde von Montagne in Ann. scienc. nat., 1840, II. Ser., 14. Bd., p. 328, sub *Asteroma* beschrieben, ferner in Sylloge plant. cryptog., 1856, p. 255, als *Asterina*. Nach dem

Originalexemplar bildet derselbe auf der Blattunterseite ausgebreitete, dünne, glatte, schwarze Überzüge, die in lineare, schmale, einige Millimeter lange Bänder übergehen, welche sich verschiedentlich kreuzen und die Blattepidermis überziehen. Mikroskopisch zeigt sich, daß freie Hyphen völlig fehlen. Der Pilz besteht aus einer einzellschichtigen Membran, welche aus parallelen, radiär oder in Antiklinalen verlaufenden Reihen von meist rechteckigen, braunen, 4 bis 7 ≍ 2 bis 3 μ großen Zellen aufgebaut ist und am Rand in lineare, 100 bis 200 μ breite, ebenso gebaute Bänder, die so wie die Membran der Epidermis fest anliegen, übergeht. Hie und da sieht man nun auf der Membran radiär gebaute, 120 bis 160 μ breite, runde, nicht scharf begrenzte, dunklere, fast opake Flecke, in deren Mitte sich je ein rundliches, 10 bis 12 μ breites Ostiolum befindet. Unter diesen Flecken, welche die Perithecien sind, entstehen die Asci, die, da das Originalexemplar ganz unreif ist, nur unvollständig beobachtet werden konnten. Sie sind keulig, oben abgerundet und dickwandig, in der Mitte oft bauchig, unten spitzlich vorgezogen, 34 bis 42 ≍ 10 bis 14 μ. Die Sporen liegen zweireihig, anscheinend zu acht im Ascus, sind (unreif) hyalin, länglich, quergeteilt, vielleicht vier- bis fünfzellig und etwa 25 ≍ 5 μ groß.

Man sieht, daß der Pilz ganz so gebaut ist wie *Trichopeltis pulchella* Speg. (Boletin Acad. nacion. ciencias Cordoba, Buenos-Aires, 1889, XI. Bd., Fungi Puiggariani, p. 571). Daß dieser Pilz mit *Asterina Labecula* verwandt ist, bemerkt schon Spegazzini. Beide gehören offenbar in dieselbe Gattung.

Es gibt aber noch andere Pilze, die in Betracht kommen. So ist *Brefeldiella brasiliensis* Speg. (l. c., p. 558) nach einem (sehr mangelhaften) Originalexemplar aus dem Herbar Puiggari ganz ähnlich gebaut.

Wenn *Gilletiella* Sacc. et Syd. (Syll. fung., XIV, p. 691) gleich *Heterochlamys* Pat. (nec Turcz.) in Bull. soc. Mycol. France, 1895, XI, p. 231, keine mit *Polystomella* Speg. (= *Microcyclus* Sacc. et Syd.) verwandte Dothideacee ist, so könnte sie auch hierher gehören.

Endlich gehört nach der ausführlichen Beschreibung von Raciborski (Bullet. Acad. scienc. Cracovie, 1909, p. 377) und

dem eingesehenen Originalexemplar auch *Trichopeltis montana* Rac. hierher. Dieselbe ist ganz so wie *Trichopeltis pulchella* Speg. gebaut, hat aber zweizellige braune Sporen, stellt daher eine neue Gattung dar, die ich *Trichopeltella* nenne (*Trichopeltella montana* [Rac.] v. H.).

Hingegen ist *Trichopeltis reptans* (B. et C.) Speg. eine eigene, mit *Dimerosporium* Aut. non Fckl. (*Dimeriella* v. H.) verwandte Gattung, *Trichopeltopsis* (Fragm. z. Mykol., 1909, VII. Mitt., Nr. 325).

Die genannten drei bis vier Gattungen bilden eine eigene Gruppe von Microthyriaceen, die unter dem Namen Trichopelteen gut unterschieden werden kann.

A. Labecula Mont. muß bis auf weiteres *Trichopeltis Labecula* (Mont.) v. H. genannt werden.

522. Asterina Pleurostyliae B. et. Br.

Journ. Linnean Society, 1873, XIV. Bd., p. 132.

Ist der Typus der Untergattung *Asteridium* Sacc., 1882, Syll. Fung., I, p. 49, und Gattung seit 1891, Syll. Fung., IX, p. 435.

Der Pilz ist nach dem Originalexemplar aus dem Herbar Berkeley in Kew eine *Meliola*. Daher ist *Asteridium* Sacc. = *Meliola* Fries. Der Pilz bildet auf beiden Blattseiten 2 bis 4 *mm* breite, scharf begrenzte, schwarze, opake Rasen, die aus einem am Rande einschichtigen, in der Mitte bis 40 μ dicken Subiculum bestehen, auf dem die Perithecien sitzen. Borsten fehlen. Das Subiculum besteht aus derbwandigen, kurzgliederigen, weinroten bis schwarzen, stark verzweigten, 8 bis 12 μ breiten Hyphen, die dicht, fast stromatisch verwachsen sind.

Hyphopodien zahlreich, unregelmäßig gestaltet, mit vielen kleinen Lappen, 20 bis 30 ≍ 28 bis 40 μ, oben mit hellem rundlichem Porus. Die Hyphen sind zum Teil knorrig-rauh. Die Perithecien bilden in der Mitte einen kleinen Rasen, sind höckerig-rauh, matt, kohlig, kugelig, derbwandig, nicht einsinkend, oben oft mit sehr kleiner Papille, bis 260 μ breit, Perithecienmembran kleinzellig-parenchymatisch, außen mit opaken, kegeligen, spitzen oder stumpfen, einzelligen, bis 40 ≍

30 μ großen Vorsprüngen versehen, etwa 30 μ dick. Asci meist zweisporig. Paraphysen fädig. Sporen anfänglich weinrot, später dunkelrotbraun, breit elliptisch, etwas abgeflacht, fünfzellig, an den Querwänden stark eingeschnürt, an den Enden breit abgerundet, 53 bis 65 ≍ 25 bis 28 ≍ 18 μ. Die fünf Sporenzellen sind gleich hoch, die mittlere ragt auf der einen flachen Seite der Spore weiter vor.

Der Pilz ist unbeschrieben und hat *Meliola Pleurostyliae* (B. et Br.) v. H. zu heißen.

523. Über Meliola oligotricha Mont.

Der Pilz wurde von Montagne in Sylloge Cryptog., 1856, p. 254, unvollständig und nicht ganz richtig beschrieben. Derselbe wurde von Saccardo (Syll. Fung., I, p. 54) zu *Dimerosporium* und später von Saccardo und Sydow zu *Dimerium* gestellt (Syll. Fung., XVII, p. 537).

Ich habe nun in den Denkschr. d. math.-nat. Kl., Akad. Wissensch. Wien, 83. Bd., p. 16, den Pilz angeführt, wenn auch mit Zweifeln. Seither hatte ich nun Gelegenheit, denselben dank der Güte der Direktion des Museum d'histoire nat. in Paris mit einem Stücke des Montagne'schen Originalexemplars zu vergleichen, das zwar sehr kümmerlich war, jedoch genügte, mich davon zu überzeugen, daß meine Bestimmung richtig war. Ich war daher in der Lage, denselben näher zu studieren, und fand, daß es eine Capnodiacee mit zweizelligen gefärbten Sporen ist, die ganz gut in die ganz falsch beschriebene Gattung *Henningsiomyces* Sacc. (Syll. Fung., 1905, XVII. Bd., p. 689) paßt und daher vorläufig in dieselbe gestellt werden kann.

Die mikroskopische Beschaffenheit des Pilzes ist folgende:

Die Pilzräschen sind klein, dicht herdenweise große Flächen überziehend, meist nur 150 bis 300 μ breit, hie und da bis zu 2 *mm* großen Flecken verschmelzend, matt, schwarz. Das oberflächliche, angewachsene Mycel besteht aus kurzgliederigen, schmutzig blaugrauen, später braun werdenden, mäßig dünnwandigen, 6 bis 8 μ breiten Hyphen, ohne Hyphopodien, die meist membranartig verwachsen sind. Darauf sitzen die aufrecht eiförmigen, zäh-braunhäutigen, etwa 70 bis 80 μ breiten, 100 μ hohen Perithecien, ohne Ostiolum und meist ganz

kurz und dick gestielt. Die Perithecienmembran ist deutlich kleinzellig-parenchymatisch. Auf den Perithecien sitzen meist ein bis zwei durchscheinend braune, etwas verbogene, septierte, stumpfe, kürzere oder bis 270 μ lange, unten 6 bis 8, oben 3 μ dicke und blässere Borsten. Ähnliche Borsten stehen auch am Mycel zerstreut, meist auf verkümmerten Perithecienanlagen. Die Perithecien enthalten etwa drei bis vier derbwandige, anfangs elliptische, später sich streckende, 52 bis 54 ≍ 22 bis 30 μ (72 ≍ 18 μ) große, achtsporige, fast sitzende Asci. Paraphysen undeutlich. Die Sporen liegen zweireihig im Ascus, sind elliptisch, zweizellig, reif olivengrün und später braun, 20 bis 24 ≍ 9 bis 9·5 μ. Die Sporenenden sind stumpflich, die obere Zelle ist kaum größer als die untere, Querwand in der Mitte mit schwacher Einschnürung.

Der Pilz verrät sich durch sein Mycel und die Form und Zähigkeit seiner Perithecien sowie den Bau des Nucleus als Capnodiacee, die ganz gut zu *Henningsiomyces* Sacc. paßt. Da diese Gattung ganz unrichtig charakterisiert wurde, gebe ich hier die verbesserte Diagnose. (S. d. F. Nr. 505.)

Henningsiomyces Sacc. char. emend. v. H.

Mycel oberflächlich, gefärbt, ohne Hyphopodien. Perithecien zähhäutig, aufrecht eiförmig oder kugelig, ohne Ostiolum, kahl oder behaart; Paraphysen undeutlich oder spärlich, zellig-gegliedert. Asci achtsporig, eiförmig-keulig, sitzend, derbwandig, zu wenigen in den Perithecien; Sporen zweizellig, gefärbt. Pykniden und Conidienträger können vorhanden sein.

Henningsiomyces oligotrichus (Mont.) v. H.

Syn.: *Meliola oligotricha* Mont., 1856.
Dimerosporium oligotrichum (M.) Sacc., 1882.
Dimerium oligotrichum (M.) Sacc. et Syd., 1905.

Die Gattung *Henningsiomyces* ist mit den Gattungen *Balladyna, Alina* und *Dimerosporina* v. H. (= *Dimerosporiella* v. H. non Speg.) nahe verwandt.

524. **Meliola mollis** B. et Br.

Journ. Linnean Societ. 1873, XIV. Bd., p. 136, Taf. 10, Fig. 53.

Da Berkeley und Broome dem Pilze zweizellige Sporen zuschreiben, wurde derselbe bei *Dimerosporium* eingereiht (Sacc., Syll. Fung., I, p. 53; Gaillard, Le genre Meliola, Paris 1892, p. 119).

Auf den Blättern kommen drei voneinander verschiedene Pilze vor, von welchen Teile von den beiden Autoren zusammengeworfen wurden, wie aus ihren Figuren deutlich hervorgeht.

1. Eine Melanconiee mit zweizelligen, violetten, länglich-keuligen, 24 ≍ 8 bis 10 μ großen Sporen. Diese Sporen wurden Taf. 10, Fig. 53*c*, von Berkeley und Broome für die reifen Ascussporen der *Meliola mollis* gehalten.

2. Eine Dothideacee *(Rousseauella?)* mit schlecht entwickeltem, nur oben ausgebildetem phyllachoroidem Stroma und zylindrischen Asci mit in einer Reihe liegenden, breit elliptischen, etwa 20 ≍ 10 μ großen Sporen, die zuletzt braunviolett werden. Abgebildet in Fig. 53*a* und *b*. Die Asci dieses Pilzes haben die Autoren der *Meliola* zugeschrieben.

3. Eine *Meliola,* welche der *Meliola cladotricha* Lév. sehr nahe steht und von welcher in Fig. 53*e* die verzweigten Borsten schlecht abgebildet wurden.

Die Melanconiee *(Didymosporium?)* und die *Rousseauella* gehören sicher zusammen.

Die Perithecien der *Meliola mollis* B. et Br. wurden von diesen gar nicht gesehen, daher existiert diese Art im Sinne der beiden Autoren gar nicht.

Die *Meliola mollis* B. et Br. (Char. em. v. H.) bildet rundliche, leicht ablösbare, weiche, wollige, dichte, umbrabraune, etwa 600 μ dicke, flache, bis 1 bis 2·5 *cm* breite Polster, welche in der Mitte, ganz versenkt und von außen unsichtbar die Perithecien enthalten. Anfänglich bildet der Pilz kleine, deutlich radiärfaserige Räschen, deren durchscheinend bräunlichviolette Hyphen gerade verlaufen, wenig verzweigt, dünnwandig und 7 bis 10 μ breit sind. Sie sind meist etwas flachgedrückt, liegen der Epidermis an, zeigen keine Hyphopodien und sind an den

Enden häufig mit Oxalat inkrustiert. Später werden diese Räschen dicker, also mehrschichtig, dann entstehen die Borsten und Perithecien. Die Borsten stehen nur am Mycel, sind sehr zahlreich, bis etwa 500 μ hoch, meist schwarz, opak, unten 8 μ breit und oben drei- bis viermal sparrig-dichotomisch verzweigt; die letzten Auszweigungen sind etwa 3 bis 4 μ breit. Die verzweigten oberen Teile der Borsten bilden miteinander eine dichte Filzdecke, unter welcher sich die Perithecien befinden. Diese sitzen auf den drei- bis vierlagigen Basalhyphen, sind flachkugelig, bis 500 μ breit und etwa 300 μ hoch, rauh, opakschwarz, dünnwandig und außen ziemlich dicht mit einfachen, verbogenen, opaken, stumpfen, etwa bis 130 ≍ 6 μ großen Haaren bedeckt. Ein Ostiolum scheint zu fehlen. Der Nucleus besteht aus vielen, eiförmigen, 105 bis 120 ≍ 25 bis 56 μ großen, meist achtsporigen Asci, welche an der Basis der Perithecien entspringen und zwischen zahlreichen, zellig gegliederten, 4 bis 5 μ breiten, verschleimenden, fädigen Paraphysen liegen. Die violettbraunen Sporen liegen in zwei Schichten übereinander parallel im Ascus, sind länglich-zylindrisch, an den Enden abgerundet, an den drei Querwänden schwach eingeschnürt, außen anfänglich mit einer dünnen, festen Schleimhülle versehen, 56 bis 64 ≍ 12 bis 13 μ. Die vier Sporenzellen sind gleich groß und gleich gefärbt.

Man ersieht aus dieser Beschreibung, daß *Meliola mollis* mit *M. cladotricha* Lév. nahe verwandt, aber von ihr doch sicher verschieden ist.

Eine zweite verwandte Form ist *Meliola octospora* Cooke, welche aber schon weiter absteht (siehe Fragm. z. Mykol. 1909, IX. Mitt., Nr. 413).

Diese drei *Meliola*-Arten weichen weit von den übrigen ab, sie bilden eine natürliche Gruppe. Bemerkenswerterweise wachsen sie alle drei auf Myrtaceenblättern.

525. Über Meliola Mac-Owaniana Thümen.

Da dieser in Flora, 1877, 35. Jahrg., 60. Bd., p. 204, wesentlich unrichtig beschriebene Pilz in Originalexemplaren in Thümen, Mycoth. univers., Nr. 568, und Rehm, Ascom. exsic., Nr. 395, zu finden ist, konnte ich ihn näher untersuchen. Der-

selbe wurde später von Kalchbrenner und Cooke (Grevillea, 1880, VII, p. 57, und IX, p. 33, Taf. 137, Fig. 44) als *Asterina Mac-Owaniana* etwas richtiger beschrieben und abgebildet. Ferner macht Rehm (26. Bericht des naturh. Ver. Augsburg 1881, p. 96) über denselben einige genauere Angaben.

Die Untersuchung des Originalexemplars in Thümen, Mycoth. univers., 1876, Nr. 568, zeigte mir auf beiden Blattseiten, besonders aber blattoberseits 2 bis 3 *mm* breite, rundliche, schwarze, deutlich fibrillöse, oft zusammenfließende Räschen, die aus unregelmäßig radial verlaufenden, septierten, dunkelbraunen, verzweigten, fest angewachsenen, etwa 6 μ breiten, derbwandigen Hyphen bestehen, welche ziemlich reichlich mit meist einzelligen, abwechselnden, halbkugeligen bis schief eiförmigen, oben mit einem hellen, rundlichen Porus versehenen, etwa 14 ≍ 10 μ großen Hyphopodien besetzt sind. Die Hyphen dieses Subiculums verlaufen unregelmäßig, knorrig-wellig und sind stellenweise netzig verbunden. Die zahlreichen, etwas flachgedrückten, schwarzen, rauhen, unregelmäßig rundlichen, fast knolligen, 50 bis 120 μ großen Perithecien, ohne Spur eines Ostiolums, sind dicht herdenweise im mittleren Teile der Räschen angeordnet. Sie sitzen mit etwas verschmälerter, rundlicher, etwa 40 μ breiter Basis auf, von der die Hyphen des Subiculums ausstrahlen. An den entwickelten Perithecien ist von einer Perithecienmembran nichts zu sehen und macht der Pilz zunächst ganz den Eindruck einer Agyriee (in diesen Fragmenten, 1909, VI. Mitt., Nr. 244, p. [362] 88) mit derben, bräunlichen, kurzen Paraphysen. Aber schon das unzweifelhaft dazugehörige Perisporiaceensubiculum erweist die Unmöglichkeit einer derartigen Annahme. Die nähere Prüfung zeigte mir in der Tat, daß es sich um einen merkwürdigen, mit *Englerula* verwandten Pilz handelt.

Die reifen Perithecien enthalten je nach ihrer Größe etwa ein bis zehn eiförmige, derbwandige, unten kurz spitz vorgezogene, bis 62 ≍ 45 bis 50 μ große Asci. Zwischen diesen fehlen Paraphysen völlig. Ringsherum findet man aber stets eine oft ziemlich große Anzahl von steifen, meist 20 bis 45 ≍ 5 bis 7 μ großen, zwei- bis vierzelligen, blaßbräunlichen, meist einwärts gekrümmten, stumpfen Zellfäden, die in einer Reihe

kranzartig die Gruppe der Asci umgeben und derselben anliegen. Diese Fäden wurden bisher teils übersehen, teils für Paraphysen gehalten, allein schon ihre Stellung und Beschaffenheit erweisen, daß es keine solchen sind. Es sind tatsächlich nichts anderes als die Reste der durch schleimige Histolyse zerstörten Perithecienmembran. Während diese bei *Englerula Macarangae* (P. Henn.) v. H. (in diesen Fragmenten, 1909, VI. Mitt., Nr. 221) und *Englerula carnea* (E. et Ev.) v. H. (in diesen Fragmenten, 1909, VII. Mitt., Nr. 328) sowie *Nostocotheca ambigua* Starb. (l. c., Nr. 329) im unteren Teil erhalten bleibt und oben in die einzelnen Zellen aufgelöst wird, löst sie sich hier in einzelne Zellfäden auf, die die Asci außen paraphysenartig umgeben und dieselben einhüllen. Die Asci und diese Fäden liegen in einer festen, sich mit Jod blaßschmutzigviolett färbenden Schleimmasse, die ähnlich wie bei *Asterina carnea* außen eine unlösliche, schollig-schorfige Masse ausscheidet, die den inneren Aufbau völlig verbirgt und hier schwarzbraun gefärbt ist. Dieser dünne, rauhe Überzug zerbricht infolge des Anquellens des schleimigen Inhaltes in kleine, unregelmäßige, oft zellenartig aussehende Stücke und täuscht eine schwarzbraune Perithecienmembran vor. Als solche wurde sie bisher von allen Untersuchern gehalten.

Die Sporen sind zweizellig, ei-länglich, beidendig abgerundet, derbwandig, anfänglich außen mit dünner Schleimhülle, lange hyalin bleibend, zuletzt schwarzbraun, bis $32 \asymp 15\,\mu$. Die Querwand befindet sich unter der Mitte, so daß die eine Zelle etwa $18\,\mu$, die andere $12\,\mu$ lang ist. An der Querwand sind die Sporen stark eingeschnürt. Die Asci färben sich nach längerer Einwirkung von Jodlösung blau.

Man ersieht aus dieser Darstellung, daß der Pilz bisher völlig verkannt wurde und die meist geübte (schematische) Art der Pilzuntersuchung in jenen Fällen, wo nicht gewöhnliche Formentypen vorliegen, nur zu Irrtümern führt.

Der vorliegende Pilz unterscheidet sich von *Englerula* durch die Auflösung der Perithecienmembran in paraphysenartige Fäden, die den Nucleus unten einhüllen, und durch die schwarzbraune Sekrethülle, welche der Schleim außen ausscheidet. Auf letztere Umstände ist weniger Gewicht zu legen,

da Ähnliches auch bei *Englerula carnea* vorkommt, die sonst ganz typisch ist.

Hingegen ist das Verhalten der Perithecienmembran bei der Histolyse ein ganz eigenartiges und erscheint es zweckmäßig, für diese Form ein Genus *(Parenglerula)* aufzustellen.

Parenglerula n. g. v. H.

Subiculum aus braunen, oberflächlichen, angewachsenen Hyphen bestehend, mit Hyphopodien. Perithecien rundlich. Perithecienmembran schließlich durch schleimige Histolyse in kurze Fäden aufgelöst, welche die Asci paraphysenartig umgeben. Paraphysen fehlen. Asci wenige, eiförmig, achtsporig. Sporen braun, zweizellig. Schleimhülle der Perithecien eine unlösliche, schollige Substanz außen ausscheidend.

Parenglerula Mac-Owaniana (Thüm.) v. H.

Syn.: *Meliola Mac-Owaniana* Thümen, 1877.
Asterina Mac-Owaniana Kalchbr. et Cooke, 1880.

Schließlich bemerke ich, daß am Originalexemplar zwischen den Perithecien eine kleine unreife *Atichia* auftritt und am Mycel stellenweise ein fusariumähnlicher Pilz mit hyalinen, gekrümmten, beidendig spitzen, $20 \asymp 1 \cdot 6\ \mu$ großen Sporen schmarotzt.

526. Über Meliola Psilostomae Thümen.

Da die Diagnose dieses in Flora, 1877, 60. Jahrg., p. 408, beschriebenen Pilzes, der in Sacc., Syll. Fung., I, p. 54, als *Dimerosporium Psilostomatis* angeführt ist und später (Syll. Fung., XVII, p. 537) zu *Dimerium* gezogen wird, nicht ganz richtig ist, gebe ich im folgenden nach dem Originalexemplar in Thümen, Mycoth. univers., Nr. 775, eine genauere Beschreibung.

Die Mycelräschen sind meist blattunterseits, sehr zart, nicht fibrillös und fest angewachsen, allmählich verlaufend, 2 bis 5 *mm* breit, stellenweise zusammenfließend, aus ziemlich gerade verlaufenden, unregelmäßig abwechselnd verzweigten,

durchscheinend braunen, 3 bis 4 μ dicken, mäßig dünnwandigen Hyphen bestehend, die 20 bis 60 μ lange Glieder zeigen und locker abwechselnd stehende, einzellige, schiefe, länglich-zylindrische, abgerundete, 5 bis 8 ≍ 3 bis 4 μ große Hyphopodien haben. Die locker angeordneten Perithecien sitzen einzeln an den Hyphen, sind kugelig, durchscheinend braunhäutig, 70 bis 80 μ groß, außen mit lockerstehenden, septierten, stumpfen, durchscheinend braunen, ziemlich steifen, 50 bis 120 μ langen und 4 μ dicken Borsten besetzt. Perithecienmembran aus 8 bis 16 μ breiten, polygonalen, dünnwandigen Zellen bestehend. An den Hyphen sitzen hie und da kugelige, parenchymatische Perithecienanlagen. Paraphysen fehlend. Asci länglich bis eiförmig, zuletzt sich streckend, achtsporig, 32 bis 40 ≍ 21 bis 24 μ, oben mäßig dickwandig, unten kurz spitz vorgezogen. Sporen gehäuft, durchscheinend olivengrün, zuletzt braun, aus zwei gleichlangen Zellen bestehend, an der Querwand stark eingeschnürt, ei-länglich, beidendig abgerundet, untere Zelle etwas schmäler, 16 bis 20 ≍ 8 bis 9 μ.

Darnach ist der Pilz eine mit beborsteten Perithecien versehene *Dimerium*-Art, *Dimerium Psilostomae* (Thüm.).

Namenverzeichnis.



Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Gattung Allium nebst einigen Bemerkungen über die anatomischen Beziehungen zwischen Allioideae und Amaryllidoideae

von

Johanna Menz.

Aus dem botanischen Laboratorium der k. k. Universität in Graz.

(Mit 3 Tafeln und 16 Textfiguren.)

Nebst einer Vorbemerkung von **K. Fritsch.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. April 1910.)

Vorbemerkung.

Die Ordnung der Liliifloren umfaßt nach Engler[1] neun Familien: die Juncaceen, Stemonaceen, Liliaceen, Haemodoraceen, Amaryllidaceen, Velloziaceen, Taccaceen, Dioscoreaceen und Iridaceen. Wettstein[2] rechnet außerdem auch noch die Pontederiaceen, Cyanastraceen, Philydraceen, Flagellariaceen, Bromeliaceen, Burmanniaceen und Repateaceen zu den Liliifloren, wodurch sich die Zahl der Familien auf 16 erhöht. Ich selbst fasse den Begriff der Liliifloren enger, indem ich nicht nur alle von Wettstein neuerdings einbezogenen Familien, sondern auch noch die Juncaceen aus dieser Ordnung ausschließe.[3]

Unter allen genannten Familien ist die der Liliaceen nicht nur die artenreichste, sondern auch die heterogenste, da sie Pflanzen von sehr verschiedenem Habitus umfaßt. Ich habe

---

[1] Engler, Syllabus der Pflanzenfamilien, 6. Auflage, p. 101 bis 108.

[2] Wettstein, Handbuch der systematischen Botanik, II, p. 484 ff.

[3] Vgl. die von mir besorgte 3. Auflage von Wiesner's »Organographie und Systematik der Pflanzen«, p. 376 ff. und die Noten 302 bis 305.

deshalb schon wiederholt darauf hingewiesen, daß die Abgrenzung dieser Familie revisionsbedürftig ist und daß ein annähernd natürliches System der Liliifloren nur unter Zugrundelegung aller Merkmale, nicht nur jener des Blütenbaues, gewonnen werden könnte.[1] Insbesondere dürfte sich dann eine Zerlegung der Liliaceen in mehrere Familien[2] und ein engerer Anschluß gewisser Amaryllidaceen an einzelne Typen der Liliaceen ergeben.

Da die Berücksichtigung der Blütenmorphologie allein bisher nicht zu einem befriedigenden System geführt hat, liegt der Gedanke sehr nahe, die Anatomie der Vegetationsorgane für die Systematik heranzuziehen, wie das von Radlkofer und seiner Schule bei sehr vielen Dicotylen, von Palla[3] und Rikli[4] bei den Cyperaceen mit Erfolg durchgeführt wurde. Selbstverständlich darf man nicht daran denken, auf Grund der anatomischen Befunde allein eine neue Gruppierung zu versuchen,[5] sondern man muß diese nur auch mit in Betracht ziehen. Da nun aber über die anatomischen Verhältnisse der Liliifloren verhältnismäßig wenig bekannt ist, namentlich eine zusammenfassende Arbeit darüber ganz fehlt, so habe ich mich entschlossen, zunächst durch einige meiner Schüler anatomische Spezialuntersuchungen über die einzelnen Gruppen der Liliifloren vornehmen zu lassen.

Als erste dieser Spezialuntersuchungen liegt nun die Arbeit von Fräulein Johanna Menz über die Allioideen, speziell die Gattung *Allium*, vor. Ich veranlaßte Fräulein Menz, zum Vergleich auch einige *Amaryllideae* (s. str.) heranzuziehen, weil die große habituelle Ähnlichkeit mancher Allioideen mit ge-

---

[1] Vgl. meine Ausführungen in Verhandl. d. zoolog. botan. Gesellschaft in Wien, XL (1890), Sitzungsberichte, p. 47 bis 48; ferner in Mitteilungen des Naturwiss. Vereines für Steiermark, Bd. 44 (1907), p. 13 bis 14.

[2] Die bisherigen Versuche dieser Art sind nicht als vollkommen gelungen zu bezeichnen.

[3] In mehreren Abhandlungen sowie in Koch-Hallier's »Synopsis«, p. 2515 ff.

[4] Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, XXVII (1895).

[5] Vielleicht ist man bei den Cyperaceen hierin schon zu weit gegangen, z. B. in der Aufstellung der Scirpinen und Chlorocyperinen unter den Scirpoideen bei gänzlicher Zerreißung der alten Gattung *Cyperus*.

wissen Amaryllideen, die Übereinstimmung in dem Vorhandensein einer Zwiebel, grundständiger Blätter von ähnlicher Gestalt, eines Schaftes mit endständiger, doldenähnlich aussehender, aber cymöser Infloreszenz mit Hochblatthülle eine nähere Verwandtschaft vermuten läßt.

Graz, am 30. März 1910. **K. Fritsch.**

In den vorliegenden Untersuchungen über die vergleichende Anatomie der *Allioideae* muß ich von einer systematischen Gruppierung nach anatomischen Merkmalen vollends absehen, schon deswegen, weil mir infolge der Schwierigkeit, das Material zu beschaffen, nur die wenigsten Gattungen zugänglich waren.

Der Gattung *Allium*, als der artenreichsten der Gruppe, schenkte ich meine Hauptaufmerksamkeit und die wenigen übrigen untersuchten Gattungen aus dieser Gruppe zog ich nur zum Vergleiche heran; ebenso einige *Amaryllidoideae*, und zwar aus der Gruppe der *Amaryllideae*.

Wenn ich es auch gelegentlich versuchen werde, auf gewisse Beziehungen zwischen einzelnen Arten und Gattungen hinzuweisen, so möchte ich doch in erster Linie die tatsächlichen Befunde darlegen.

Von den Vertretern der drei Gruppen *Agapantheae, Allieae, Gillesieae*, in welche Engler[1] die Unterfamilie der *Allioideae* einteilt, untersuchte ich nur solche aus den ersten zwei Gruppen: *Agapantheae* und *Allieae*, während ich die *Gillesieae* völlig unberücksichtigt lassen mußte.

Die untersuchten *Allioideae*-Arten sind die folgenden:

Allium:

- *A. ampeloprasum* L.
- *A. carinatum* L.
- *A. Chamaemoly* L.
- *A. ericetorum* Thore.
- *A. fistulosum* L.
- *A. flavescens* Bess.
- *A. fuscum* W. et K.
- *A. hymenorhizum* Ledeb.
- *A. Ledebourianum* Roem. et Schult.

[1] Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, II, 5, p. 18 und 53 ff.

A. Moly L.
A. multibulbonum Jacq.
A. neapolitanum Cyr.
A. nutans L.
A. obliquum L.
A. odorum L.
A. oleraceum L.
A. oreoprasum Schrenk.
A. paniculatum L.
A. Porrum Don.
A. roseum L.
A. rotundum L.
A. Schoenoprasum L.
A. Schraderi Rgl.
A. scorodoprasum L.
A. senescens L.
A. sibiricum L.
A. strictum Schrad.
A. subhirsutum L.
A. ursinum L.
A. Victorialis L.

Nothoscordum fragrans Kunth.
Milla uniflora R. Grah.
Brodiaea capitata Smith.
Gagea lutea Ker. Gawl.[1]
Agapanthus multiflorus Willd.
Tulbaghia violacea Harv.

Aus der Gruppe der *Amaryllidoideae* wurden folgende Species untersucht:

Haemanthus:
H. coccineus L.
H. albiflos Jacq.
Galanthus nivalis L.
Leucojum aestivum L.
Amaryllis sp.
Vallota purpurea Herb.
Zephyranthes:
Z. candida Herb.
Z. rosea Lindl.
Sternbergia lutea W. et K.
Crinum:
C. longifolium Roxb.
C. ornatum Herb.
Clidanthus sp.

[1] Siehe Nachtrag.

Die Gattung *Allium* umfaßt nach E. Regel[1] 240 Species, welche in mehrere Sektionen gruppiert werden. Ich untersuchte einige Vertreter aus jeder der fünf ersten Sektionen, während mir von den zwei letzten Sektionen *Nectaroscordum* und *Microscordum*, die nur wenige Arten enthalten, keine Exemplare vorlagen.

Im folgenden werde ich mich nun, soweit ich bei Besprechung der einzelnen Organsysteme eine systematische Einteilung benötige, an die von Regel gegebene halten.

Wurzel.

Die Wurzeln sämtlicher untersuchten Species zeigen im allgemeinen einen übereinstimmenden, nämlich den für die Monocotylenwurzel typischen Bau.

Der zentrale Teil ist vom Gefäßbündel eingenommen; im Zentrum selbst kann nun ein einziges großes Gefäß auftreten oder es sind um den geometrischen Mittelpunkt der Wurzel zwei oder mehr Gefäße gelagert; endlich kann die Mitte selbst von Parenchymgewebe eingenommen werden. Vom Zentrum strahlen radialwärts größere oder kleinere Hadromplatten in verschiedener Zahl aus, zwischen welchen, wie bekannt, die Leptomstrahlen liegen.

Das Bündel ist von einer mehr oder minder wohl entwickelten Schutzscheide umgeben, dann folgt nach außen das Rindenparenchym, endlich die verkorkte Exodermis und die Epidermis.

Der Unterschied in der Zahl der zentralen Gefäße sowohl als auch in der Ausbildung der Schutzscheide geben jedoch, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, nicht die geringsten Artmerkmale ab.

Bei *Allium neapolitanum* ist das Zentrum der Wurzel von einem einzigen Gefäß eingenommen; von der Mitte aus strahlen nach drei Richtungen Hadromplatten aus, deren Elemente am Querschnitt einen bedeutend geringeren Durchmesser haben. Das ganze Bündel ist von einer typischen Schutzscheide mit

---

[1] Alliorum adhuc cognitorum Monographia. Petropolis 1875.

stark verdickten, verholzten Seiten- und Innenwänden und dünnen Außenwänden umgeben.

Ein ganz ähnliches Querschnittsbild sowohl in bezug auf die Anordnung der wasserleitenden Elemente als auch auf die Ausbildung der Schutzscheide erhalten wir, wenn wir die Wurzel von *A. Chamaemoly* durchschneiden. Bei derselben Spezies, und zwar an ein und demselben Exemplar fand ich jedoch auch eine Wurzel, bei welcher im zentralen Teile des Bündels zwei große Gefäße *(G)* verliefen (Taf. I, Fig. 1 und 2). Die Zellen der Schutzscheide hatten bei dieser Art schwächer verdickte Wände.

Ein ähnliches Bild liefert der Durchschnitt durch die Wurzel von *A. fistulosum, A. senescens, A. nutans, A. obliquum* u. a. *A. multibulbosum*, welches wie *A. Chamaemoly* und *A. neapolitanum* zur Sektion *Moly* gerechnet wird, hat keine deutlich differenzierte Schutzscheide; die angrenzenden Zellen des Rindenparenchyms sind großlumig und dickwandig, während der Teil gegen die Peripherie zu von lockerem dünnwandigem Gewebe eingenommen ist.

Wir sehen also, daß bei Vertretern verschiedener Sektionen die vollends gleichen Verhältnisse wiederkehren, wärend andrerseits dieselbe Species, ja dasselbe Exemplar, Verschiedenheiten in der Organisation aufweist.

Ebenso variiert auch die Zahl der vom Zentrum ausstrahlenden Hadromplatten sowie die Zahl und Größe der sie aufbauenden wasserleitenden Elemente. (Eine geringere Anzahl von Strahlen scheint in der Sektion *Moly* vorzuherrschen [drei Strahlen bei *A. Moly, A. Chamaemoly, A. neapolitanum*], während bei den Vertretern der übrigen Sektionen diese Zahl gewöhnlich eine größere ist.)

Die Rindenparenchymzellen können entweder dünnwandig *(A. paniculatum)* oder mehr oder minder dickwandig sein (*A. senescens* u. a.). Im letzteren Falle können den Zellwänden Ligninsubstanzen eingelagert sein, die Verholzung tritt jedoch an einer und derselben Wurzel nur stellenweise auf. So läßt sich an einem Längsschnitt durch ein Rhizom von *A. sibiricum* folgendes feststellen:

An verschiedenen Stellen entstehen endogen die Adventivwurzeln, welche in ihrem innerhalb des Rhizoms verlaufenden

Teile sclerenchymatisch verdickte Wände mit zahlreichen Tüpfeln (vorzugsweise an den tangentialen und radialen Längswänden) aufweisen.

Diese Wände färben sich bei Behandlung mit Phloroglucin-Salzsäure lebhaft rot. Im übrigen freien Teile der Wurzel ist das Rindenparenchym unverholzt und die Zellen werden gegen die Spitze zu immer dünnwandiger. Ebenso liegen die Dinge bei *A. Schoenoprasum* und *A. Ampeloprasum.*

Allium hymenorrhizum hat dickwandige Rindenparenchymzellen, welche in ihrer Mehrzahl typische Cellulosereaktion geben. Einige darunter jedoch, und zwar solche aus der ersten Zellschichte unterhalb der Exodermis, zeichnen sich durch besondere Dicke ihrer Wände aus, die sich mit Chlorzinkjod intensiv braun färben, während die für Ligninsubstanz und Suberin charakteristischen Rotfärbungen bei Behandlung mit Phloroglucin-Salzsäure, beziehungsweise mit Sudanglycerin III ausbleiben. Dasselbe Verhalten zeigen auch sämtliche Zellen der Schutzscheide bei dieser Species.

Da ich diese Vorkommnisse nur für mehrere Exemplare desselben Standortes[1] feststellen konnte, möchte ich sie nicht als Specieseigentümlichkeiten betrachten, sondern eher auf Variationen zurückführen, die durch Ernährungs- oder sonstige Standortsverhältnisse bedingt sein können.

Endlich sei hier noch erwähnt, daß in den Rindenparenchymzellen der Wurzel, ebenso wie in den übrigen Organen, bei einigen Species (z. B. *A. Moly*) Krystalle auftreten können.

Rhizome.

Die Rhizome, die bei zahlreichen Species auftreten und auf Grund von deren Vorhandensein oder Fehlen (beziehungsweise deren stärkerer oder schwächerer Ausbildung) neben anderen Merkmalen von E. Regel die erwähnten Sektionen innerhalb der Gattung *Allium* aufgestellt wurden, sind nichts anderes als die ihrer Blattorgane entblößte Zwiebelachse mehrerer Jahrgänge, deren ältere Teile allmählich verwesen.[2]

---

[1] Botan. Garten Wien.

[2] Vgl. Th. Irmisch, Zur Morphologie der monocotylischen Knollen- und Zwiebelgewächse. Berlin 1850, p. 19.

Morphologisch liegt zwischen einem typisch entwickelten Rhizom und einer nur unmerklich verlängerten Zwiebelachse kein Unterschied vor. Es ist daher nichts Auffallendes, wenn wir bei sonst sehr nahestehenden Formen das Auftreten oder Fehlen eines Rhizoms verzeichnen können. Regel gibt in der Einleitung zu seiner Monographie[1] an, daß mit Rhizom versehene Formen nicht nur in der durch dasselbe besonders gekennzeichneten Sektion *Rhiziridium*, sondern auch in anderen Sektionen vorkommen. Diese Formen konnten eben, wegen ihrer größeren Übereinstimmung mit rhizomlosen Arten in gewissen anderen Merkmalen, nicht in der Sektion *Rhiziridium* untergebracht werden. Ja, es bestehen diesbezüglich alle Übergänge zwischen den einzelnen Sektionen und einige Arten, welche nach E. Regel[2] zwei Sektionen gleichsam verbinden (z. B. *A. filidens* Regl. Sektion *Porrum* und *Rhiziridium*), werden in der Übersicht in beiden Sektionen angeführt.

In anatomischer Hinsicht zeichnen sich die Rhizome hauptsächlich durch die Ausbildung mechanischer Elemente aus. Abgesehen von größeren oder geringeren Modifikationen, die hie und da auftreten können, ist der Bau im Wesen bei allen Arten derselbe.

An einem typischen Vertreter der Sektion *Rhiziridium* (z. B. *A. nutans*) zeigt das Rhizom folgenden Bau:

Zu äußerst sind zum Teil zerrissene Zellen, welche auf die Ansatzstellen der abgefallenen Blätter, beziehungsweise Zwiebelschuppen hinweisen, weiter gegen innen zu nehmen die Zellen allmählich die Gestalt von dickwandigen Parenchymzellen an, deren Wände getüpfelt sind. Zuweilen (z. B. *A. ochroleucum*) nimmt diese Zone den Charakter eines sclerenchymatischen Ringes an, oder es treten in ihr einzelne Sclerenchymbündel auf *(A. senescens, A. acutangulum)*.

Dieser sclerenchymatische Ring nimmt zuweilen den peripheren Teil des Rhizoms ein und besteht, z. B. bei *A. Victorialis*, aus vier bis fünf Reihen großer Zellen, deren Wände von zahlreichen Tüpfelkanälen durchsetzt und deren Lumina verhältnis-

---

[1] E. Regel, l. c., p. 4.

[2] E. Regel, l. c., p. 4, Einleitung.

mäßig groß geblieben sind. Darunter folgt eine Schichte Parenchym aus zahlreichen Zellagen (25 bis 30), dazwischen nimmt man weder Gefäßbündel, noch Sclerenchymmassen wahr. (Die mechanischen Elemente werden eben von dem peripheren Sclerenchymring repräsentiert.)

Weiter nach innen läßt sich ein collenchymatischer Ring aus zwei bis drei Reihen von Zellen nachweisen, welche Zellen im Sinne des tangentialen Durchmessers gestreckt sind und somit auch in ihrer Gestalt von den übrigen Parenchymzellen etwas abweichen. Dieser Ring ist nur an jenen Stellen unterbrochen, an denen die endogen entstehenden Wurzeln austreten; dort gehen die Zellen des Ringes selbst auch in die Bildung des Rindenparenchyms der Wurzel ein.

Bei *Allium Victorialis* besteht dieser Ring aus drei bis vier Lagen kleiner Zellen, deren äußerste Reihe sich durch verdickte Seiten- und Innenwände und dünne Außenwände auszeichnet; diese Zellreihe bietet ein ähnliches Bild wie die Schutzscheide um die Gefäßbündel der Wurzeln. Mitunter sind auch die Zellen der nächst äußeren Reihe stellenweise collenchymatisch verdickt, die oben geschilderte Zellschicht ist dann beiderseits von Collenchymzellen umgeben.

Diesem Collenchymring legen sich bei *A. Victorialis* nach innen zu zahlreiche, im Querschnitt quer getroffene Gefäßbündelelemente an.

Im Innern befinden sich an den Rhizomen aller bereits erwähnten Arten relativ große Zellen, welche den Hauptteil des Rhizoms ausmachen und mäßig dicke, zum Teil getüpfelte Wände haben. Hie und da können auch hier, zerstreut, Sclerenchymmassen auftreten, deren Elemente äußerst dickwandige, vielfach verästelte Tüpfelkanäle aufweisende Zellen vorstellen, deren Lumen oft verschwindend klein wird.

An einem Querschnitt nimmt man außerdem die nach allen Richtungen hin verlaufenden Gefäßbündel wahr, welche die Wurzeln einerseits, die Zwiebelschuppen, beziehungsweise Blätter andrerseits durchziehen.

Bei *A. Schoenoprasum* sind die Zellen des Rhizoms an der Basis der Wurzeln sclerenchymatisch verdickt und bisweilen verholzt, ebenso wie das Rindenparenchym der Wurzel in deren

basalen Teilen. Sie bilden sowohl hier als auch bei der Varietät *A. sibiricum* einen vier bis fünf Lagen hohen Sclerenchymring; innerhalb desselben fehlen, ebenso wie bei *A. Victorialis*, jene einzelnen Sclerenchymbündel, wie sie beispielsweise bei *A. senecsens*, *A. nutans* etc. auftreten.

Bei *A. Moly* können wir ebenfalls eine, wenn auch nur schwache Verlängerung der Zwiebelachse wahrnehmen. Diese entbehrt jedes mechanischen Gewebes, ist einheitlich gebaut und enthält in den einzelnen Parenchymzellen größere oder kleinere Calciumoxalatkrystalle in verschiedener Anzahl.

Krystalle kommen auch in den Parenchymzellen des Rhizoms von *A. fistulosum* u. a. vor.

Schaft.

Der Schaft ist »ein einziges gestrecktes Internodium, welches niemals beblättert ist«.[1] Was in den Diagnosen als beblätterter Stengel bezeichnet wird, besagt nichts anderes, als daß die Scheiden den Schaft bis zu einer gewissen Höhe bedecken.[2]

Der Schaft ist von einer Epidermis begrenzt, deren Außenwände gewöhnlich stark verdickt, während die Innen- und Seitenwände gewöhnlich dünn sind (*A. Porrum*, *A. fistulosum*, *A. acutangulum*, *A. Schraderi*, *A. senescens*, *A. nutaus*, *A. carinatum* u. a.).

Besonders die Seitenwände sind es, die meist dünn verbleiben, während die Innenwände mitunter ebenfalls eine beträchtliche Dicke erlangen können. Es liegt dann eine collenchymatische Verdickung vor; die Innenwände haben entweder eine geringere Dicke als die Außenwände (*A. Victorialis*, *A. multibulbosum*) oder es sind beide nahezu gleich dick. Solches Collenchym finden wir bei *A. ursinum*[3] und *A. ericetorum*.

---

[1] Falkenberg, Vergleichende Unters. über den Bau der Veg. Org. der Monocotylen, p. 48.

[2] Siehe Th. Irmisch, l. c., p. 9 und 10. Anm. aus Koch, »Synopsis«, 2. Ed., p. 826. Vgl. auch E. Regel, l. c., Einleitung, p. 6.

[3] Haberlandt, Entwicklungsgeschichte des mechanischen Systems, p. 61.

Es kann auch eine streckenweise Verholzung sämtlicher Epidermiszellwände im Umkreis erfolgen *(A. oreoprasum)*. Die Wände sind dann alle (seien es tangentiale oder radiale) gleichmäßig verdickt, während an den Stellen, wo eine Verholzung nicht eintritt, dieselben Verhältnisse herrschen wie bei der Mehrzahl der Formen: verdickte Außen-, beziehungsweise auch Innenwände und dünnere Radialwände.

Cuticula und Cuticularschicht der verdickten Außenwände sind zackig ausgezogen, welcher Umstand der Epidermis im Querschnitt ein etwa zinnenartiges Aussehen verleiht.

Bei manchen Arten mit mehrkantigem Schafte (*A. Schraderi*, *A. flavescens*, [Taf. II, Fig. 4]) sind an den Epidermiszellen der Stengelkanten die Cuticularschichten ganz besonders mächtig entwickelt und bilden um die betreffende Eckzelle eine Art Cuticularkappe, welche in der Mitte der Zelle ihre größte Mächtigkeit erreicht. Die Innenwände sind hier verhältnismäßig dünn.

Entsprechend dem Grade der Verdickung der Epidermisaußenwände sind auch die Spaltöffnungen mehr oder minder eingesenkt. Ihr Bau zeigt keine Eigentümlichkeiten, welche systematisch verwertbar wären. Größere oder geringere Einsenkung, verschiedene Ausbildung der Vorhöfe, der äußeren und inneren Atemhöhle sind Modifikationen, die mit Klima und Standort in Beziehung zu bringen sind; sie stellen nur insofern Speciesmerkmale vor, als in der Regel jede Species an bestimmte klimatische Verhältnisse gebunden ist, denen sie sich angepaßt hat.

Unter der Epidermis kommt das Assimilationsgewebe zur Ausbildung, dessen Zellen entweder eine nahezu isodiametrische, im Querschnitt rundliche (*A. Victorialis* etc.) oder eine palisadenartig gestreckte Gestalt besitzen *(A. obliquum, A. nutans, A. Schraderi)*. Bisweilen alternieren länger gestreckte mit kürzeren Zellen einer Reihe *(A. multibulbosum, A. Ledebourianum)*.

Die Streckung erfolgt bei Vorhandensein mehrerer Assimilationszellreihen zumeist immer nur in der ersten *(A. nutans, montanum, Schraderi, paniculatum)*.

Bei *A. fuscum* treten drei Reihen gestreckter Assimilationszellen auf.

Oft sind die Zellen in den unteren Teilen des Schaftes palisadenartig gestreckt, während sie gegen die Spitze zu eine mehr weniger isodiametrische Gestalt annehmen *(A. oreoprasum, A. carinatum).*

Zwischen den Elementen des Assimilationsgewebes erstrecken sich die für die Gattung charakteristischen, von Hanstein[1] entdeckten »Schlauchgefäße« in regelmäßigen Abständen voneinander. Ihnen werden wir in noch reicherem Maße in den Zwiebeln und Blättern begegnen.

Auf das Assimilationsgewebe folgen nach innen gewöhnlich einige Reihen kleinzelligen Parenchyms, dann kommt der bei den meisten Arten in typischer Ausbildung vorhandene Bastring. Dessen Elemente sind, wie Haberlandt[2] dargetan hat, nicht bei allen Arten in gleicher Weise ausgebildet; so sind bei *A. multibulbosum* die Zellen abgerundet, während sie bei *A. Moly* »schön zugespitzte Bastzellen« vorstellen. Es sind dies nach Haberlandt Konstruktionsvariationen, welche dasselbe Endresultat erstreben, nämlich die Herstellung einer bedeutenderen Festigkeit. Dies wird entweder dadurch erzielt, daß die Zellen sich schräg zuspitzen, ihre Berührungsoberfläche eine größere, die gegenseitige Verbindung somit eine festere wird, oder aber es kann die Zuspitzung, durch welche »sonst unwirksame Querwände zur Festigkeit herangezogen werden«, durch die Gesamtlänge der einzelnen Zellen ersetzt werden, indem die Ausbildung von Querwänden eine geringere ist.

Die Wände dieser mechanischen Zellen sind meist verholzt; dies ist besonders an älteren Exemplaren der Fall, wo die innerhalb des Ringes gelegenen Zellen mitunter fast bis ins Zentrum verholzen können. So bei *A. Moly*, wo die Zellen des Ringes allmählich in das zentrale Parenchym übergehen, indem Querwände häufiger auftreten und der Querdurchmesser der

---

[1] De Bary, Vergl. Anatomie der Phanerogame und Farne, p. 154. — Hanstein, Milchsaftgefäße und verwandte Organe der Rinde, Berlin 1864; Über ein System schlauchförmiger Gefäße etc. Monatsber. der königl. preuß. Akademie d. W. zu Berlin, 1860 (aus d. J. 1859), p. 705 bis 713.

[2] Haberlandt, Entwicklungsgeschichte d. mech. Systems, p. 35 bis 36.

Zellen ein größerer wird; hierbei können, wie erwähnt, alle Wände verholzt sein.

Bei der gemeinsamen Entstehung dieser mechanischen Zellen und des innerhalb des Ringes befindlichen Gewebes aus dem Grundmeristem[1] bietet das oben genannte Verhalten nichts Besonderes dar.

In seltenen Fällen ist der Bastring nur der Anlage nach vorhanden *(A. ursinum,*[2] *A. fistulosum*[3]*)*.

Außerhalb und innerhalb des Bündels verläuft immer wenigstens je ein Kreis von Gefäßbündeln; die äußeren sind kleiner und zahlreicher, die inneren sind größer und in geringerer Anzahl, nicht selten in zwei Kreisen angeordnet *(A. rotundum, A. oreoprasum)*.[4]

Nur selten *(A. Porrum)* sind die Bündel regellos über den Querschnitt innerhalb des Bastringes gelagert.

Sowohl äußere als innere Bündel können mit einem eigenen Bastbelege versehen sein. Die äußeren haben ein solches zumeist nur auf der Leptomseite, während sie mit dem Hadrom sich an den genannten Bastring anlehnen. Die inneren Bündel dagegen sind in den meisten Fällen mit diesem nicht in Verbindung; hier wird Hadrom und Leptom oft von isolierten Bastzellen geschützt. Das eben geschilderte Verhalten trifft nun am häufigsten zu; wir finden jedoch innerhalb der Gattung fast alle möglichen Beziehungen zwischen äußeren und inneren Bündeln einerseits und dem mechanischen Ring andrerseits, welche durch Übergangsformen ineinander übergeleitet werden.

Die Beziehungen zwischen äußeren Bündeln und mechanischem Ringe können dreifach sein:

1. Die Bündel können in den Ring ganz eingebettet sein, so daß dieser den mechanischen Schutz sowohl über das Hadrom als auch über das Leptom übernimmt. Dies trifft bei

---

[1] Haberlandt, Phys. Pflanzenanatomie, 3. Aufl., p. 185.

[2] Haberlandt, Entwicklungsgeschichte, l. c., p. 61.

[3] Vgl. auch R. Schulze, Beitr. zur vergl. Anatomie der Liliaceen. Engler, Jahrb., XVII, p. 365.

[4] R. Schulze (l. c., p. 366) gibt an, daß »bei *Allium obliquum* nach Falkenberg die inneren Gefäßbündel kleiner sind als die äußeren«, welche Angabe ich nicht bestätigen konnte.

A. odorum zu, wo die äußeren Bündel mit ihrem Hadromteil ziemlich tief im Bündel eingelagert liegen. Um das Leptom ist eine Lage von Zellen mit verholzten Wänden, welche sich mit der äußersten Zellage des Bastringes vereinigen und eine ununterbrochene Reihe von mechanisch wirksamen Zellen bilden, so daß die Bündel vollends in den Bastring eingebettet erscheinen.

2. Die Bündel liegen mit dem Hadromteil dem Bastring an, während das Leptom frei liegt. Letzteres kann:

a) von besonderen mechanischen Zellen geschützt oder
b) ganz frei von solchen sein.

Dies ist der gewöhnlichste Fall, der bei den meisten Arten vorkommt (*A. nutans, A. senescens, A. hymenorrhizum, A. Moly* etc.), wobei das Verhalten *a* und *b* uns bei derselben Species, ja an demselben Querschnitt nicht selten entgegentritt.

3. Es wäre noch die Möglichkeit vorhanden, daß die äußeren Bündel in keiner Beziehung zum Bastring stünden. Dies trifft nun allerdings nicht zu. Bei Formen mit zweischneidigem oder mehrkantigem Schafte, wie *A. nutans, A. senescens, A. Victorialis* etc., finden wir in den Kanten außerhalb des äußersten Bündelkreises einzelne isolierte große Bündel mit oder ohne lokalmechanische Belege.

Für die Anordnung der Bündel innerhalb des Bastringes gilt ungefähr das gleiche wie das für die äußeren Gesagte.

1. In jenen Fällen, wo eine Verholzung der Zellen sich weit bis ins Zentrum hinein erstreckt, wie z. B. bei *A. Moly*, reichen diese bis zum Hadromteil der mit ihrem Leptom dem Bastring direkt anliegenden Bündel.

2. Dort, wo die mechanischen Zellen weniger weit ins Zentrum hineinragen, legen sich die Bündel mit ihrem Leptomteil denselben an; das Hadrom hat in diesem Falle entweder selbständiges *(A. odorum)* oder gar kein *(A. Ledebourianum)* mechanisches Gewebe.

Bei *A. paniculatum* sind im Inneren zwei Kreise von Bündeln; davon besteht der eine aus zahlreichen kleinen, dem Ring anliegenden, der zweite aus wenigen großen, isolierten Bündeln.

Bei *A. Victorialis* liegen einige Bündel dem Bastring an, während andere in keinem Zusammenhang mit demselben stehen und lokalmechanische Belege haben.

Bei *A. obliquum* liegen innerhalb des Ringes die Gefäßbündel, welche sowohl an der Hadrom- als an der Leptomseite mit mechanischen Zellen versehen sind; die mechanischen Zellen der Leptomseite sind mittels einzelner Zellen, die sich durch die Dicke ihrer Wände von den umgebenden Parenchymzellen unterscheiden, mit dem mechanischen Ringe gewissermaßen noch in Verbindung.

Endlich trifft es nicht selten zu, daß jeder Zusammenhang zwischen Bastring und inneren Bündeln aufgehoben ist. Diese entbehren entweder auch lokalmechanischer Elemente *(A. carinatum, A. Schraderi)* oder es werden diese, wenn vorhanden, aus einigen wenigen Zellen gebildet *(A. multibulbosum)*.

Das Zentrum des Schaftes wird aus mehr oder minder dickwandigen Parenchymzellen gebildet, welche, wie erwähnt, bisweilen, zumal in den unteren Teilen, verholzen können.

Bei manchen Arten findet schon an den jugendlichen Formen im Inneren eine Zerreißung der Zellwände statt; es entsteht auf lysigenem Wege eine zentrale Höhlung, welche in der Regel den ganzen Schaft der Länge nach durchsetzt *(A. fistulosum, A. Ledebourianum, A. sibiricum)*. Die Aushöhlung kann auch erst an älteren Individuen erfolgen *(A. multibulbosum)*.

Das Verhältnis des Gesamtdurchmessers des Schaftes zur Wanddicke des Zylinders variiert. Bei typisch hohlstengeligen Formen übertrifft der Gesamtradius die einseitige Wanddicke um ein beträchtliches (bei *A. fistulosum* um das Drei- bis Vierfache). Bei nachträglich sich aushöhlenden Formen ist der Durchmesser des Hohlraumes hingegen nur ein verhältnismäßig geringerer.

In den Parenchymzellen treffen wir nicht selten, wie in den übrigen Organen, Krystalle an.

Zwiebel.

Die Zwiebeln zeigen gewisse Verschiedenheiten in ihrem anatomischen Baue, welche konstante Artcharaktere abgeben,

ja vielleicht einen Schluß bezüglich der näheren Verwandtschaft zwischen einigen Arten zulassen, da gewisse Eigentümlichkeiten, hauptsächlich in der Ausbildung mechanischer Elemente, bei mehreren Vertretern derselben Sektionen in ähnlicher Weise auftreten.

Bekanntlich können sich bei der Gattung *Allium* an der Zwiebelbildung entweder nur die Scheidenteile der Laubblätter beteiligen *(A. fistulosum, A. nutans, A. senescens)* oder es können die Reservestoffe im Inneren in besonderen Schuppen gespeichert werden, welche aus Niederblättern hervorgehen. Die äußeren Schuppen sind in jedem Falle die Scheidenteile der Laubblätter.

Die äußersten Schuppen sind nun fast immer dünn und häutig, führen keine oder nur wenig Reservestoffe und zeigen im ersten der genannten Fälle keine besonderen anatomischen Unterschiede von den inneren Schuppen, welche allerdings aus einer größeren Anzahl von Gewebeschichten bestehen und daher fleischiger sind.

Die ganz zu äußerst gelegenen sind älter, sie gehören den Sproßgenerationen vergangener Jahrgänge an und dienen den jüngeren zum Schutze.

Wo die Schuppen zweierlei Natur sind, da dienen bekanntlich die äußeren, die aus Laubblättern hervorgehen, als Schutzorgan, während die Reservestoffe fast ausschließlich in den Niederblättern gespeichert werden.

Die äußeren Schuppen sind in diesem Falle in geringerer Anzahl vorhanden. In der Regel sind sie mit besonderen mechanischen Elementen ausgestattet, vermöge welcher sie ihrer Schutzfunktion besser Rechnung tragen können.

Da diese Verhältnisse, wie erwähnt, ziemlich mannigfach sind, möchte ich je einige Beispiele aus den verschiedenen Sektionen anführen.

Sektion Moly.

Unter den Vertretern dieser Sektion kommt das mechanische Gewebe der äußeren Zwiebelschuppen in mannigfacher Weise zur Ausbildung, während sich andrerseits gerade in dieser Gruppe die Tendenz bemerkbar macht, ein besonders

wohlausgebildetes mechanisches System konstant auszubilden, und zwar vornehmlich auf der Schuppeninnenseite.

Betrachten wir *A. Moly*.

Die Scheidenteile der Laubblätter bilden die äußeren Zwiebelschuppen; die Innenseite derselben fällt schon bei makroskopischer Betrachtung durch ihren Glanz und ihre Konsistenz auf.

Die Beobachtung eines Querschnittes (Taf. II, Fig. 1) lehrt nun folgendes:

Auf der Innenseite ist eine Epidermis *(Ep.)* mit stark collenchymatisch verdickten Wänden. Darauf folgt eine Reihe typisch entwickelter Sclerenchymzellen *(Sk.)*, welche aus dem Parenchymgewebe der Zwiebel hervorgehen. Alle Übergangsstadien von der dünnwandigen großlumigen Parenchym- zur dickwandigen kleinlumigen Sclerenchymzelle lassen sich an einem und demselben Schnitte leicht nachweisen.

Bei den Parenchymzellen der ersten Reihe nehmen die Wände stellenweise an Dicke zu, während andere Partien als Tüpfel unverdickt bleiben. Das Lumen der Zellen wird mehr und mehr eingeengt, bis schießlich die typische Sclerenchymzelle mit dicken, von zahlreichen Tüpfelkanälen allseits durchzogenen Wänden vorliegt.

Zuweilen bildet sich auch die nächstfolgende Parenchymzellschicht sclerenchymatisch aus, ohne jedoch die Vollkommenheit der ersteren zu erlangen. In den noch nicht als solche differenzierten Sclerenchymzellen sind zahlreiche Krystalle vorhanden, welche sich später nicht mehr nachweisen lassen. Die Wände dieser Zellen geben deutliche Holzreaktion.

Andere Arten dieser Sektion, bei welchen es zu einer besonderen Ausbildung des mechanischen Gewebes auf der Schuppeninnenseite kommt, sind nach Baldrati[1] *A. Chamaemoly, A. roseum, A. subhirsutum, A. neapolitanum.*

Bei *A. Chamaemoly* ist die Zwiebel außen von einer Schale von derber, lederartiger Beschaffenheit umhüllt, welche nach Baldrati schon äußerlich sofort durch ihren Bau auffällt, welcher der Hauptsache nach ein wabiger ist.

---

[1] Baldrati, Nuovo giorn. bot. ital. Nuova serie, IV, 1897, p. 214 bis 223. Siehe auch Ref. 26 in Just, Jahrb., 1897, p. 514.

Bei näherer Untersuchung läßt sich an Querschnitten folgendes feststellen:

Stellenweise treten uns die Waben als Sclerenchymzellen entgegen, denen die tangentiale Außenwand feht, so daß das Lumen an die Außenwelt grenzt, während die übrigen Wände die für das Sclerenchym charakteristischen Verdickungen zeigen. An einigen Stellen ist die Außenwand, die sehr dünn ist, noch erhalten; daran schließen sich nun mehrere Zellreihen mit spiralig verdickten Wänden an. Dieser Komplex von Zellreihen entspricht einer Zwiebelschuppe; die großen Sclerenchymzellen stellen eine innere Schichte derselben dar, und zwar nach Baldrati die innere Epidermis selbst, was er daraus folgert, daß sich unmittelbar daran eine weiter innen gelegene, dünnhäutige Zwiebelschuppe mit ihrer Epidermis anschließt.

In der Meinung, daß es sich, homolog wie bei *A. Moly*, auch hier um eine subepidermale Sclerenchymschicht handeln könnte, untersuchte ich diese Zwiebelschuppen gründlich nach und ich kann Baldratis diesbezügliche Angaben nur bestätigen.

Ähnliche Vorkommnisse einer sclerenchymatisierten Epidermis fand der genannte Autor auch bei den oben genannten Arten: *A. roseum, A. subhirsutum, A. neapolitanum.*[1]

Morphologisch bezeichnet er diese Schuppen als »umgewandelte Blätter«.

Die Zwiebelschuppen der übrigen untersuchten Arten dieser Sektion boten nicht derlei Besonderheiten dar.

In der Zwiebel von *A. ursinum* tritt kein einheitliches mechanisches Gewebe auf. In der innersten Schuppe (welche der Scheidenbasis des inneren Blattes entspricht) ist der Hadromteil der Bündel von relativ mächtigen Bastbelegen begleitet, welch letztere bekanntlich nach dem Absterben sämtlicher Gewebe der Zwiebel als Borsten die nächstinnere Schuppe an ihrer Basis krönen. Streng genommen, können die Zellen dieser mechanischen Belege nicht als Bastzellen bezeichnet werden. Die Querwände sind allerdings etwas schief gestellt, was jedoch der Zelle noch keinen prosenchymatischen Charakter

---

[1] Für die nähere Beschreibung sei auf die angegebene Arbeit verwiesen.

verleiht, da sie ziemlich häufig auftreten, wodurch die Gesamtlänge der einzelnen Zelle eine verhältnismäßig geringe bleibt. Es sind dies vielmehr typische Sclerenchymzellen, deren Wände von zahlreichen Tüpfelkanälen durchsetzt sind, ähnlich wie wir sie in einigen Rhizomen (*A. sibiricum, A. oreoprasum)* vorfinden.

Bei *A. multibulbosum* sind alle Zwiebelschuppen mit einer dünnwandigen Epidermis ausgestattet, welche sich auf der Innenseite von dem Parenchymgewebe leicht abhebt und sich an die darunter liegende Schuppe anlegt. Mechanisches Gewebe fehlt hier vollständig. Diese Art weicht auch in anderen anatomischen Merkmalen von den typischen Vertretern dieser Sektion ab.

Im übrigen sehen wir aber, daß ein mechanisches System in mannigfacher Weise zur Ausbildung kommt.

Eine größere Einförmigkeit herrscht innerhalb der

Sektion Macrospatha.

Hier sind bei den allermeisten untersuchten Arten (*A. fuscum, paniculatum, oleraceum* etc.) zweierlei Schuppen, nämlich: innen der Speicherung dienende Niederblätter (gewöhnlich eines) und außen als Schutzhüllen und nur zum geringen Teile der Speicherung dienende Scheidenbasen in größerer Anzahl.

Während nun die ersteren eine dünnwandige Epidermis haben, sind die letzteren, ihrer Funktion entsprechend, mit einer bedeutend dickwandigeren Epidermis versehen. Hierbei können entweder alle Zellen (zumal an den äußersten Schuppen) verholzte Membranen haben, wie bei *A. fuscum* (Taf. II, Fig. 2), wo die Dicke der Wände eine so beträchtliche wird, daß das Lumen fast verschwinden kann, oder aber es können Zellen mit verholzter und solche mit unverholzter Membran und dünneren Wänden miteinander alternieren; bei letzteren bleiben meist die Radialwände recht dünn, während bei den ersteren sämtliche Wände ungefähr dieselbe Dicke haben. Das Verhältnis in der Zahl zwischen verholzten und unverholzten Zellen variiert; gewöhnlich ist ihre Zahl die gleiche, indem je eine, zwei oder drei, selten mehr unverholzte

(u. v. Ep.) Zellen auf ebenso viele verholzte *(v. Ep.)* entfallen; zuweilen überwiegen die Epidermiszellen mit dünnen unverholzten Wänden stellenweise vor den übrigen (*A. paniculatum*, Taf. I, Fig. 4), oder es können die dickwandigen Elemente vorherrschen *(A. oleraceum).*

Die Größe beiderlei Zellen ist meistens die gleiche (*A. oleraceum, A. paniculatum)*; es können aber mitunter (auch bei *A. paniculatum*) die dünnwandigen Zellen um das Zwei- bis Dreifache ihrer radialen Ausdehnung tangential gestreckt sein.

Obwohl ich diese Erscheinung an mehreren Präparaten der genannten Arten feststellen konnte, möchte ich doch nicht unerwähnt lassen, daß es sich vielleicht nur um verschiedene Altersstadien der Pflanzen handelt und daß möglicherweise am Schlusse der Vegetationsperiode sämtliche Zellen verholzen und so der Schutzfunktion besser Rechnung tragen, welche lediglich nunmehr den abgestorbenen Schuppen obliegt. Dafür würde auch die Tatsache sprechen, daß bei manchen Arten die äußersten, dünnhäutigen, vertrockneten Zwiebelschuppen lauter verholzte Epidermiszellen besitzen. Dies kommt auch bei Vertretern anderer Sektionen vor, so in der

Sektion Rhiziridium.

Die hierher gerechneten Species haben eine größere Anzahl von Laubblättern, deren Scheiden mit ihren oberen Teilen den Schaft bis zu einer größeren oder geringeren Höhe begleiten können, während sie mit ihren Basen in die Bildung der Zwiebel eingehen, welche nur einerlei Schuppen aufweist.

Es hat eine physiologische Differenzierung morphologisch gleichwertiger Teile stattgefunden, indem die inneren Schuppen, welche sich auch anatomisch durch ihren größeren Reichtum an Parenchymzellen und durch die dünnwandige Epidermis von den äußeren unterscheiden, der Stoffspeicherung dienen, während die äußeren, wie schon wiederholt gesagt wurde, dieselben schützen.

Bei *A. Ledebourianum* sind die Wände der Epidermiszellen der Außenseite ausnahmslos verholzt; dazwischen treten keine dünnwandigen Elemente auf. Die Epidermis der Innenseite ist ganz dünnwandig.

Ähnlich gebaut sind die Zwiebeln von *A. odorum*, nur treten hie und da zwischen den verholzten Elementen vereinzelt einige dünnwandige Zellen auf.

Bei *A. ericetorum* (= *A. ochroleucnm*) treffen wir auf dieselbe Erscheinung wie bei vielen Species der Sektion *Macrospatha*; es wechseln auch hier verholzte, ringsherum gleich dickwandige Zellen *(v. Ep.)* mit unverholzten, dünnwandigeren *(u. v. Ep.)* in geringerer Anzahl ab (Taf. I, Fig. 3).

Dasselbe ist auch bei *A. hymenorrhizum* der Fall; nur ist hier die Form der Epidermiszellen eine etwas verschiedene. Sie sind nämlich am Querschnitt in radialer Richtung doppelt so lang als in tangentialer. Die mit ihnen alternierenden unverholzten, relativ dünnwandigen Zellen sind in radialer Richtung ebenso, in tangentialer hingegen fast zweimal so lang als in radialer Richtung gestreckt, so daß sie große, tangential gestreckte rechteckige Zellen vorstellen.

A. obliquum hat verdickte Epidermisaußenwände, die nicht verholzen; dasselbe ist auch bei *A. nutans* der Fall.

Bei *A. senescens* sind die Epidermiszellwände nur schwach verdickt; die Zwiebelschuppen weichen vom übrigen Teile der Scheide, beziehungsweise des Blattes selbst, nicht wesentlich ab.

A. Schraderi verhält sich ebenso, nur finden wir um die Gefäßbündel kleine Bastbelege, die bei den übrigen fehlen.

Ein äußerst wohlentwickeltes mechanisches Gewebe ist in dieser Sektion bei *A. Victorialis* ausgebildet.

Die lebenden Zwiebelschuppen sind immer von faserigen Hüllen umgeben, in welchen die Gewebeteile mazeriert sind. Das Fasernetz ist auf die mächtigen Bastkomplexe zurückzuführen, die in der lebenden Schuppe in folgender Weise angeordnet sind:

Unterhalb der etwas dickwandigen, doch stets unverholzten Epidermis treten im Parenchym größere und kleinere Bastbündel in größeren oder kleineren Abständen voneinander auf, so daß sie streckenweise miteinander zu einem mechanischen Wall verschmelzen. Einzelne treten isoliert darüber oder darunter auf. Diesen Bastkomplexen liegen hie und da kleinere Gefäßbündel an, während eine zweite Reihe größerer Bündel

den inneren Teil der Zwiebelschuppe einnimmt; das Leptom ist bei diesen letzteren von einigen wenigen verdickten Zellen umgeben; das Hadrom entbehrt jeden mechanischen Gewebes.

Bei dieser Art hat also eine Verlagerung der mechanischen Elemente nach dem inneren Teile der Schuppe zu von der äußeren Epidermis ab stattgefunden und diese Elemente sind sehr mächtig entwickelt.

Diese Verhältnisse weisen eine gewisse Ähnlichkeit auf mit denjenigen bei verschiedenen Arten der Sektion *Moly*.

Sektion Schoenoprasum.

Auch hier sind die Zwiebelschuppen aus den Scheidenteilen der Laubblätter hervorgegangen. Gegen außen zu werden die Schuppen immer armschichtiger, bis schließlich am Querschnitt nur noch zwei Zellagen sich deutlich unterscheiden lassen: eine äußere Epidermis mit verholzten Wänden und eine darunter liegende Zellschicht mit ebenfalls ringsherum verdickten Wänden und relativ kleinen Lumina, welche große Krystalle enthalten.

Alle übrigen Gewebeteile sind vertrocknet, so daß sich von ihnen nur noch die dicken Zellwände nachweisen lassen.

Die übrigen jüngeren Schuppen haben ebenfalls verdickte, aber noch unverholzte Epidermiszellwände, welche in den weiter nach innen gelegenen Zwiebelschuppen immer zarter werden.

Dies gilt sowohl für *A. Schoenoprasum* als für seine Varietät *A. sibiricum*. Etwas anders liegen die Dinge bei *A. fistulosum*, wo auch die äußersten Schuppen zwar etwas dickwandigere als die übrigen, jedoch immer unverholzte Epidermiszellwände haben.

Sektion Porrum.

Hier überwiegen wieder die Formen, wo die Zwiebel aus zweierlei Blättern hervorgeht. Die inneren Schuppen (aus Niederblättern) sind immer dick und fleischig, mit dünnwandiger äußerer und innerer Epidermis. Die aus den Scheidenteilen

hervorgegangenen äußeren Schuppen sind weniger fleischig, haben aber ebenfalls eine dünnwandige Epidermis. Die untersuchten Arten *A. ampeloprasum* und *A. Porrum* verhalten sich ganz ähnlich.

Ein bisher unerwähnt gelassenes Merkmal, welches bekanntlich allen Zwiebeln von *Allium* sowie allen übrigen Vegetationsorganen dieser Gattung zukommt, sind die von Hanstein entdeckten Schlauchgefäße. Diese treten in der Regel in der zweiten oder dritten Zellschicht unter der Epidermis auf; in den aus Laubblättern gebildeten Schuppen sind sie gewöhnlich in einer einzigen, in den aus Niederblättern hervorgegangenen hingegen meist in mehreren Reihen vorhanden; in letzteren erreichen sie auch einen bedeutenderen Durchmesser. Dies ist besonders deutlich in den erwähnten Arten der Sektion *Porrum* der Fall. Der Inhalt der Schläuche ist in den Zwiebeln milchig. Er reagiert mehr oder minder sauer oder neutral.[1]

Die Gefäßbündel sind in den Zwiebelschuppen aus Niederblättern in mehreren Reihen ziemlich regellos angeordnet; in den aus den Scheidenteilen hervorgegangenen dagegen sind sie in der Regel nur in einer Reihe vorhanden, wobei gewöhnlich größere und kleinere alternieren.

Mitunter rücken die kleineren Bündel näher gegen die Außenseite, die größeren gegen die Innenseite, so daß sie am Querschnitt in zwei Reihen angeordnet erscheinen (*A. Schraderi*, *A. nutans*, bisweilen *A. senescens*).

In ihrem weiteren Verlauf in der Lamina können sie Verschiebungen erfahren, worauf ich später noch zurückkommen werde (p. 499). Krystalle kommen einzeln oder zu mehreren verwachsen in den Parenchym-, ja auch Sclerenchymzellen (*A. Moly*) häufig vor.

Bei *A. Schoenoprasum*, *sibiricum* und nach Hanstein[2] *A. sativum* kommen solche Krystalle in jeder Zelle des subepidermalen Parenchyms vor.

---

[1] Über die chemische Natur des Inhaltes vergl. Molisch, Studien über den Milch- und Schleimsaft der Pflanzen, 1901 (Fischer, Jena), p. 89 und 90.

[2] Hanstein, Milchsaftgefäße etc., p. 36. — De Bary, l. c., p. 149.

Einzelne oder mehrere verwachsene Krystalle finden wir ferner bei *A. multibulbosum, A. Porrum, A. fistulosum, A. paniculatum, A. fuscum, A. Ledebourianum, A. nutans* etc. zerstreut in den Parenchymzellen der gesamten Zwiebelschuppe.

Raphiden kommen hingegen im Bereiche der ganzen Gattung nicht vor.[1]

Blätter.

Die Form der Blattspreite ist verschieden, schmal oder lineal bis lanzettlich, mitunter sehr breit, fast oval *(A. ursinum)*, ferner stielrund, im Zentrum hohl.

In den meisten Fällen geht der Lamina eine Scheide voran; nur selten *(A. ursinum, A. Victorialis)* schiebt sich eine stielartige verschmälerte Partie zwischen die beiden Teile ein.

Die Scheide ist meist geschlossen und stellt die direkte Fortsetzung der ebenfalls geschlossenen Zwiebelschuppe vor. In anatomischer Beziehung unterscheidet sie sich von letzterer durch die geringe Anzahl von Parenchymzellagen, ferner treten an ihr um zo zahlreicher, je weiter sie sich von ihrer Austrittsstelle aus dem Boden entfernt, die Spaltöffnungen auf, endlich führen die Zellen Chlorophyll.

Die Epidermis ist zartwandig, bekleidet die Scheide sowohl außen als innen, was nicht anders zu erwarten wäre, da die Scheide auf ein ursprünglich offenes Gebilde zurückgeführt wird.[2]

Unter der Epidermis treten einige Reihen Parenchymzellen auf, und zwar ist in der Regel der der Laminarunterseite entsprechende Teil der Scheide gewebereicher. Ferner finden wir auch hier die Schlauchzellen, welche Zwiebelscheiden und Lamina der ganzen Länge nach durchziehen und hier einen farblosen Inhalt führen. Dadurch, daß ihr Inhalt farblos ist, sind sie am Querschnitt von den umgebenden chlorophyllführenden Assimilationszellen nicht schwer zu unterscheiden.[3]

---

[1] Hanstein, l, c., p. 37. — De Bary, l. c., p. 149. — J. Parkin, in Ann. of bot., Bd. XII (1898), p. 147. Vgl. auch Ref. 45 in Just, Jahresber. 1898, II, p. 222.

[2] Nach Glück, Stipulargebilde der Monocotyledonen, wäre die Scheide eine geschlossene Stipula adnata (p. 40 ff.).

[3] Vgl. Hanstein, Milchsaftgefäße, l. c., p. 36 und 37.

Die Gefäßbündel durchziehen die Scheide in der Regel in einer Reihe und kehren ihr Hadrom nach dem Zentrum, also bei geöffneter Scheide gegen die Blattoberseite. In manchen Fällen könnte man sagen, daß die Bündel in zwei Reihen angeordnet sind, welche Anordnung in der Weise zustande kommt, daß die kleineren Bündel gegen die Peripherie, die größeren mehr gegen das Zentrum rücken. Dies geschieht meist schon in der Zwiebel (siehe dasselbe p. 497). Krystalle kommen häufig in allen Zellen mit Ausnahme der Schlauchzellen vor; sie können, ebenso wie für die Zwiebel schon gesagt wurde, entweder vereinzelt oder zu mehreren verwachsen auftreten.

Die Übergangsstelle von der Vagina in die Lamina ist äußerlich in vielen Fällen durch eine Ligula gekennzeichnet.

Bei manchen Formen ist eine solche nicht vorhanden; in diesen Fällen geht die Scheidenunterseite direkt in die Lamina über, während der oben gewebeärmere Teil plötzlich endet, wodurch eine mehr oder weniger kreisrunde Öffnung entsteht, durch welche die inneren Blätter, die in ihrem jüngeren Stadium von der Scheide geschützt werden sollen, heraustreten können.

Ein Querschnitt durch die Lamina bietet, was die Ausbildung der Gewebe betrifft, kein wesentlich verschiedenes Bild von dem, welches ein Scheidendurchschnitt liefert.

Die Epidermis hat in der Regel stärker verdickte Außenwände, die Innenwände sind etwas dünner als diese, dagegen sind die Radialwände ganz dünn. Bei *A. Victorialis* tritt uns eine collenchymatische Verdickung der Epidermis der Blattober- sowie der -unterseite entgegen (Taf. I, Fig. 5).

Die Cuticularschichten bilden oft wie im Schafte papillöse Erhebungen.

An den Rändern wachsen die Zellen oft zu Haaren aus (*A. scorodoprasum*, *A. Chamaemoly*, Taf. II, Fig. 5). Die Papillen können auf der ganzen Blattunterseite auftreten und bedingen die Rauhheit der betreffenden Blätter. (Ähnlichen Papillen begegnet man in den Blättern verschiedener *Amaryllideae*.[1])

---

[1] Siehe p. 522.

Spaltöffnungen treten auf der Ober- und Unterseite in gleicher Zahl und Ausbildung auf. Wir haben es hier mit zentrischen (De Bary) oder isolateralen Blättern[1] (nach Heinricher) zu tun, bei denen ein Unterschied zwischen Ober- und Unterseite nicht besteht. Sie können in manchen Fällen typische Rundblätter sein (monofaciale Blätter nach Čelakowský, wie bei *A. fistulosum, A. Ledebourianum* u. a.) oder ausgesprochen flach: *A. senescens, A. nutans* etc. Auch das Assimilationsgewebe kommt auf der Ober- und Unterseite in gleicher Weise zur Ausbildung. Es besteht aus mehreren Zellreihen, von denen die erste gewöhnlich aus palisadenartig gestreckten Zellen besteht, während die Zellen der darunter liegenden Schichten in der Regel im Querschnitt mehr oder minder isodiametrisch erscheinen *(A. fistulosum, A. nutans, A. senescens)*; es können aber auch alle Assimilationszellen dieselbe, im Querschnitte rundliche, Gestalt haben oder nur eine schwache Andeutung einer radialen Streckung zeigen (*A. Victorialis, A. carinatum, A. sibiricum, A. Schraderi* etc.).

Zwischen den Assimilationszellen der zweiten bis dritten Reihe unter der Epidermis finden sich auf der Ober- und Unterseite die wohlbekannten Schlauchzellen, welche meist von fünf bis sechs teils gestreckten, teils rundlichen oder aber von lauter rundlichen Assimilationszellen kranzförmig umstellt sind. Dieser isolaterale Blattbau hängt wohl damit zusammen, daß die linealen, bei den meisten Arten ungestielten Blätter nicht eine bestimmte Lichtlage einnehmen, sondern von allen Seiten gleichmäßig beschienen werden.

Bei *A. ursinum* treffen wir gestielte Blätter an, welche nach dem bifacialen Typus (De Bary)[2] gebaut sind, indem die physiologische Oberseite an Assimilationsparenchym reicher, die Unterseite dagegen chlorophyllärmer ist.[3]

---

[1] J. L. Čelakowský nennt diese und ähnlich gebaute Blätter pseudobifacial. O listech monofacialnich (Über monofaciale Blätter), Abh. (Rozpravy) der böhm. Akad., II. Kl., Prag, Jahrg. 12 (1903), Nr. 8, p. 11 u. f.

[2] De Bary, l. c., p. 427.

[3] Bekanntlich hat hierbei eine frühzeitige Dehnung des Blattstiels stattgefunden, derzufolge die morphologische Unterseite zur Oberseite wird und umgekehrt. S. Irmisch, Morphologie der Knollen und Zwiebelgewächse, p. 1 u. ff.

In den breiten, ebenfalls gestielten Blättern von *A. Victorialis* macht sich dagegen im Assimilationsgewebe ein Unterschied zwischen Ober- und Unterseite nicht bemerkbar. Das Blatt entspricht vollkommen dem zentrischen Typus wie die flachen linealen Blätter von *A. senescens* oder *A. nutans* etc., was seine Stellung in die Sektion *Rhiziridium* anatomisch begründet erscheinen läßt.

Im Zentrum des Blattes ist Parenchymgewebe vorhanden, welches bei manchen Arten durch Zerreißung der Zellwände entstandene größere oder kleinere Lückenräume aufweist, die durch Gewebebalken voneinander getrennt sind. Bisweilen können alle Wände im Inneren zerreißen, wodurch dann ein einheitlicher zentraler Hohlraum entsteht *(A. fistulosum, A. Ledebourianum, A. sibiricum, A. Schoenoprasum).*

Die Gefäßbündel sind bei der Mehrzahl der Arten nicht in der Mitte in einer Reihe angeordnet, den Hadromteil der Blattoberseite zukehrend, sondern sie treten, auch hierin dem zentrischen Bau entsprechend, in zwei Reihen auf und kehren ihr Hadrom beiderseits gegen das Blattinnere so, daß nur die Bündel der Blattunterseite die normale Orientierung wie in der Scheide beibehalten.

Die einzelnen Gefäßbündel entbehren in den meisten Fällen eines besonderen mechanischen Gewebes. Bei einigen Arten finden wir um das Hadrom *(A. hymenorrhizum)* oder um das Leptom *(A. strictum)* oder um beide *(A. ochroleucum)* stärkere oder schwächere mechanische Belege.

Gefäßbündelanordnung in der Lamina.

Es wurde bereits mehrfach erwähnt, daß die Blätter sich bei den meisten Arten durch einen zentrischen Aufbau auszeichnen, welcher Aufbau sich auch in der Orientierung der Gefäßbündel, die ihren Hadromteil nach dem Blattinnern kehren, kundtut.

Nur bei einigen der untersuchten Arten aus der Sektion *Moly* sind die Gefäßbündel in der Lamina, ebenso wie in der Scheide, in einer Reihe angeordnet und kehren ihr Hadrom der Blattoberseite zu, was das gewöhnliche Verhalten für den Ver-

lauf der Gefäßbündel im Blatte vorstellt. Die erstere Anordnung ist also nicht die für die Blätter typische. Es drängen sich daher die Fragen auf:

1. Wie kommt diese Anordnung der Bündel in der Laminaroberseite, mit dem Hadrom nach der Blattmitte, zustande?

2. Welche Arten wären als die ursprünglicheren anzusehen?

3. Kann man auf Grund der Anordnung der Bündel auf eine nähere phylogenetische Zusammengehörigkeit der sie aufweisenden Formen im Gegensatz zu den übrigen schließen?

Fassen wir die erste Frage näher ins Auge:

Wie kommt diese Anordnung der Bündel nach dem Austritt aus der Scheide in der Lamina zustande?

Die Entwicklung der Gefäßbündel erfolgt bei den meisten Monocotylen nach Falkenberg[1] akropetal, sie werden also an der Basis der Scheide (beziehungsweise der Zwiebelschuppe) angelegt und verlaufen von hier in die Lamina. In der aufgeschlitzten Scheide sind nun die Bündel in einer Reihe angeordnet. Der mittlere Teil der Scheide, beziehungsweise ihre untere Seite, wenn man von der geschlossenen Scheide ausgeht, geht in die Lamina über; die zu beiden Seiten gelegenen Teile (obere Seite der geschlossenen Scheide) enden an der Übertrittsstelle mit oder ohne Ligula.

Die Bündel, welche in dem Teile der Scheide verlaufen, der zur Lamina wird, setzen sich in dieser fort, ohne irgend welche Veränderungen (Drehungen) zu erleiden, was ohne weiteres einleuchtet.

Wie verhalten sich nun die im oberen Teile der geschlossenen Scheide vorhandenen Bündel?

Das Endergebnis — Anordnung der Bündel in der Lamina in einem Kreise mit nach der Mitte gekehrtem Hadrom — ist immer das gleiche, doch erfolgt diese Anordnung je nach den Arten scheinbar in verschiedener Weise, was sich aus der Untersuchung von Schnitten ergibt, die an der Übergangsstelle von der Scheide in die Lamina geführt sind.

---

[1] Vgl. De Bary, Vergleichende Anatomie, p. 407 und Anmerkung 3.

Dieser Unterschied ist jedoch kein durchgreifender; es lassen sich vielmehr Übergänge feststellen, welche die Unterschiede überbrücken lassen, die zwischen den Endgliedern einer Reihe zu bestehen scheinen.

Am besten wird dies durch die folgenden Beispiele erklärt:

Betrachten wir zunächst die Verhältnisse bei *A. odorum* (Textfig. I bis IX).

Die Scheide besteht an ihrem oberen Ende auf der Oberseite nur aus wenigen Zellschichten (äußere und innere Epidermis, eventuell dazwischen einige Parenchymzellschichten). Die Gefäßbündel sind schon seitlich ausgebogen (es können hierbei mehrere miteinander verschmelzen), die mittleren der Scheidenoberseite verlaufen ebenfalls etwas seitlich und endigen mitunter daselbst.

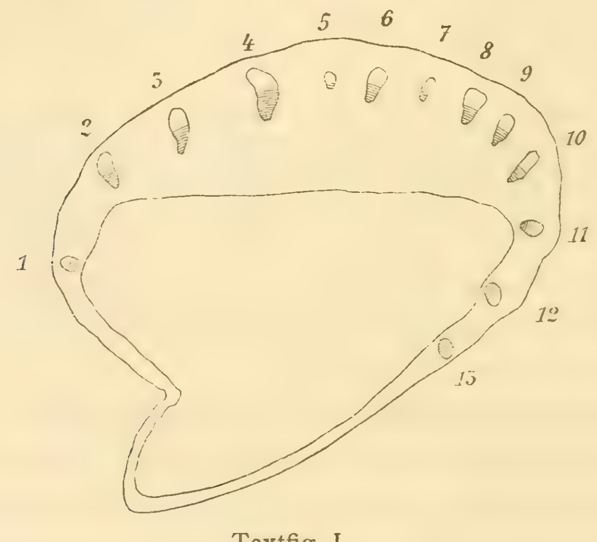
Diese seitlichen Bündel, welche, solange sie noch in der Scheide verlaufen, ihr Hadrom der Scheidenhöhlung zukehren (Textfig. I, 1, 13, 12), nehmen in demselben Maße, wie sie aus der Scheidenoberseite in die Laminarränder übergehen, eine seitliche Orientierung an. Die Lamina ist dort, wo die Scheide eben geendet hat, an ihren Rändern etwas ausgezogen und hier finden wir nun auch die Randbündel (Textfig. II, 1, 13, 12; III, 13, 12; IV, V, 13).

Weiter oben flacht sich die Laminaroberseite ab, die Bündel verlaufen am Rande der Lamina und nähern sich denen der Unterseite immer mehr. Sie senden Verzweigungen nach der Oberseite aus (Textfig. IV, 1, a; VII, a, a'; b', b''), während Teile von ihnen andererseits mit den Bündeln der Unterseite verschmelzen (Textfig. VI, 1 und 2; VIII, 1, 3, 12).

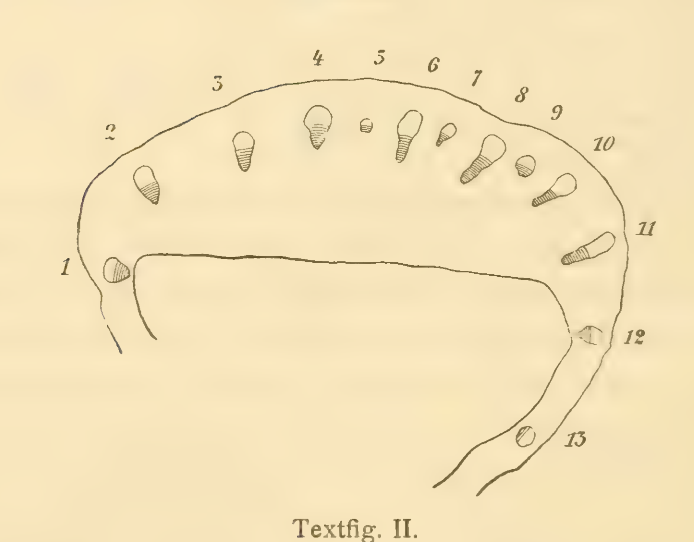
Die aus Verzweigung hervorgegangenen Bündel divergieren voneinander, können dann noch einmal sich verzweigen (Textfig. VIII, IX, b', b'', b''') und über die Laminaroberseite regelmäßig verteilen; in der Nähe der Scheidenmündung sind sie kleiner als die der Unterseite, weiter gegen die Spitze des Blattes zu sind sie beiderseits ungefähr gleich.

Die gleichmäßige Verteilung finden wir, da die Verzweigung oberhalb der Scheidenmündung nicht sogleich über dem ganzen Querschnitt erfolgt, erst in einiger Entfernung von derselben.

Bei Arten, wo die Scheide mit einer Ligula endet, finden wir in dem unmittelbar oberhalb der Ligula gelegenen Teil der Lamina die für dieselbe definitive Anzahl von Bündeln, weil die Verzweigung längs der Ligularbasis erfolgt. Wenn die Ligula



Textfig. I.

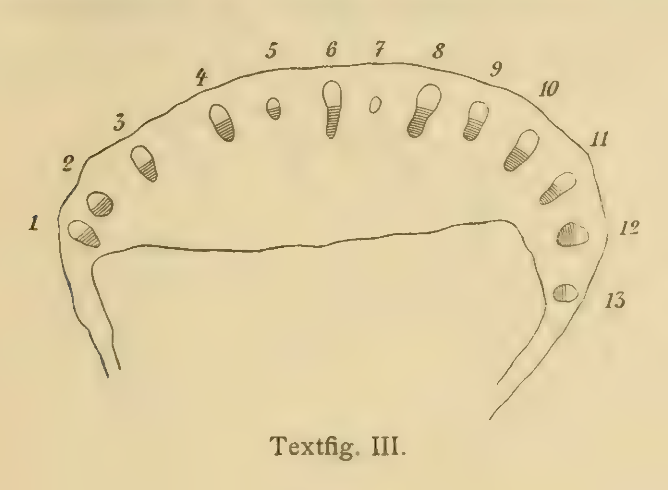


Textfig. II.

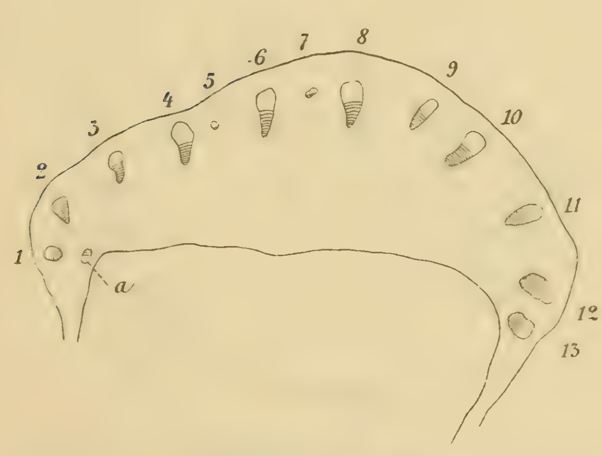
sehr flach ist *(A. ampeloprasum)*, erfolgen die Verzweigungen nahezu in derselben Höhe, so daß die Bündel der Oberseite zugleich über den ganzen Querschnitt verteilt auftreten.

Die Formen, wie *A. odorum* (*A. ochroleucum, A. Victorialis* u. a.), leiten andrerseits zu jenen ligularlosen Formen, wie *A. senescens, A. nutans* etc. hinüber, bei welchen die seitlichen Bündel der Scheide nicht in den Rändern der Spreite weiter

verlaufen, sondern allmählich eine gegen die Mittellinie der Laminaroberseite konvergierende Richtung einnehmen, so daß Teile der ursprünglichen Seitenbündel die Mitte einnehmen, und die Verzweigungen zwischen der Mitte und den Rändern erfolgen. Da die Annäherung der beiden Bündel in der Mittel-



Textfig. III.



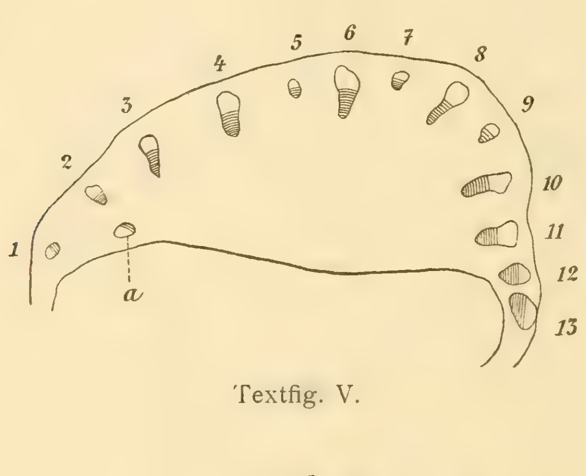
Textfig. IV.

linie in größerer oder geringerer Entfernung von der Scheidenmündung erfolgt, so ist oft an Querschnitten 1 bis 2 *cm* über derselben der mittlere Teil der Laminarorberseite noch frei von Bündeln.

In dem vorliegenden Exemplar von *A. senescens* sind die Bündel in der Laminarunterseite, beziehungsweise schon in der Scheide in zwei Reihen angeordnet, indem von den größeren und kleineren Bündeln, die fast immer in den Blättern miteinander alternieren, die ersteren mehr gegen das Innere des

Blattes, die letzteren gegen die Peripherie zu verlagert sind (siehe p. 499).

Gegen die Spitze des Blattes zu rücken die weiter innen gelegenen Bündel mehr gegen die Peripherie, während andere miteinander verschmelzen, so daß wir hier auf der Unterseite nur eine Reihe von Bündeln sehen, in der gesamten Lamina



Textfig. V.



Textfig. VI.

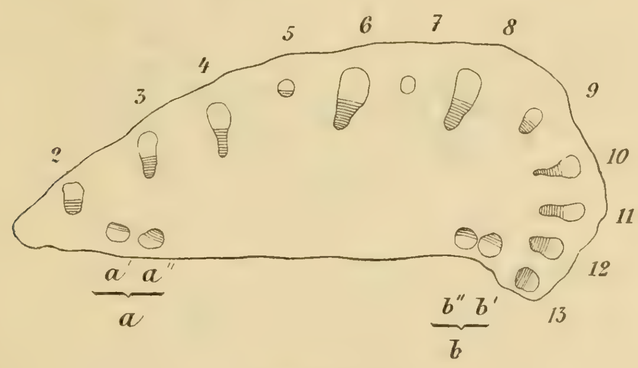
beziehungsweise zwei Reihen, welche ihr Hadrom nach der Mitte kehren.

Nicht wesentlich anders als bei diesen ligularlosen flachblätterigen Formen liegen die Dinge bei den hohlblätterigen Formen mit wohlausgebildeter Ligula, wie z. B. *A. fistulosum.*

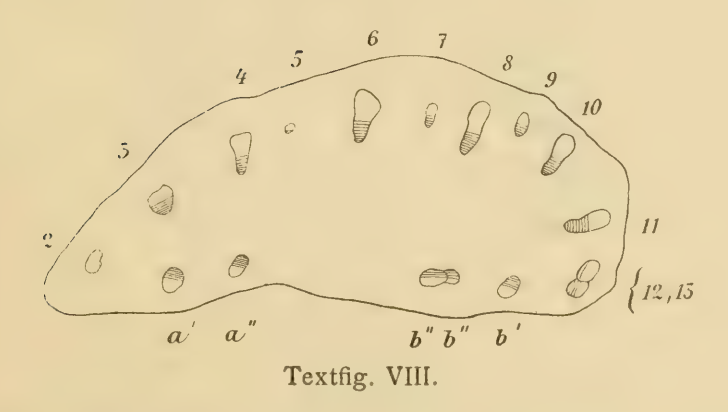
Auch hier sind es die lateralen Bündel, welche die Mitte der Laminaroberseite einnehmen, indem sie beiderseits längs der Ligula bis zur höchsten Stelle derselben verlaufen und hier in die Lamina eintreten.

An Querschnitten, an welchen noch ein Teil der Ligula getroffen ist, ist mithin der entsprechende Teil der Laminar-

oberseite noch bündelfrei; über dem Ligularende tritt dann die für die Laminaroberseite im großen Ganzen (Verzweigungen und Verschmelzungen finden hier in jeder Höhe häufig statt) definitive Anzahl von Bündeln auf. Die Zahl der Bündel ist in der Lamina annähernd dieselbe wie in der Scheide, indem die durch Verschmelzung erfolgte Reduktion in der Zahl der Bündel durch allmähliche seitliche Verzweigung längs der



Textfig. VII.



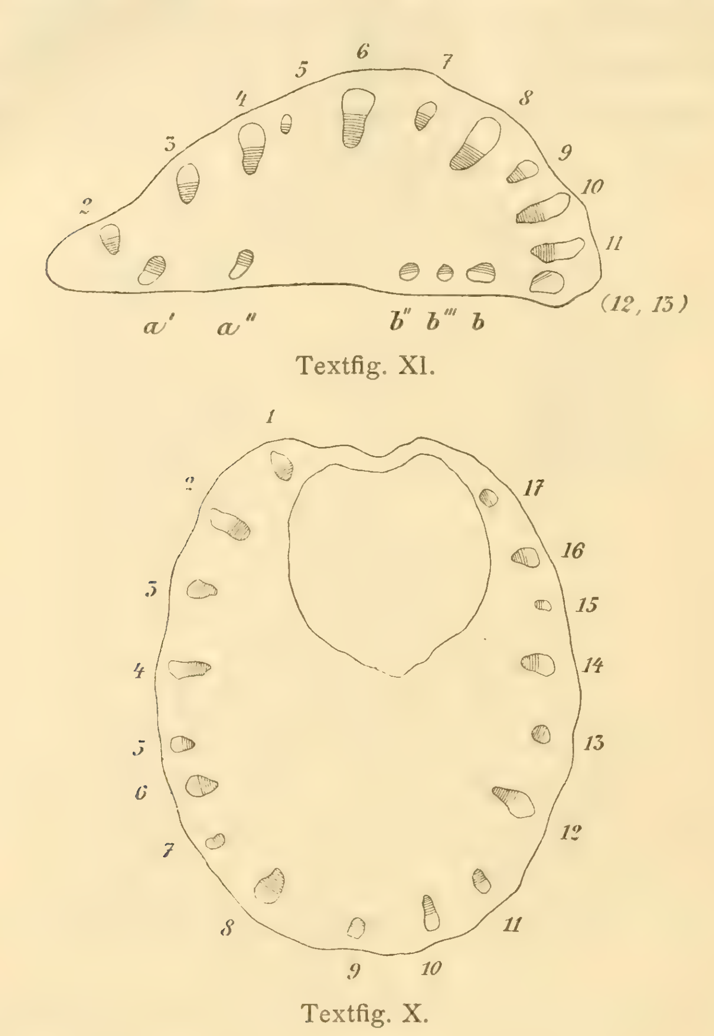
Textfig. VIII.

Ligula (zwischen mittleren Bündeln und Blattrand, wie bei *A. senescens*) wieder ausgeglichen wird.

Bei *A. paniculatum* und *A. sibiricum* etc. ist die Anzahl der Bündel in der Scheide und der Lamina annähernd dieselbe, ohne daß früher Verschmelzungen und dann wieder Verzweigungen erfolgen.

Bei *A. paniculatum* treten die Bündel aus den seitlichen Teilen der Scheide ebenso wie bei *A. senescens*, schräg nach der Mitte verlaufend, in die Laminaroberseite. Durch schwache Einrollung der Gewebe des Blattes kommen, in der Richtung

gegen die Blattspitze zu, die seitlichen Bündel und die lateral gelegenen der Unterseite allmählich auf die Oberseite, füllen sie jedoch nicht ganz aus. Die im medianen Teil verlaufenden Bündel sind durch Verzweigung der beiden gegen die Mitte



Textfig. XI.

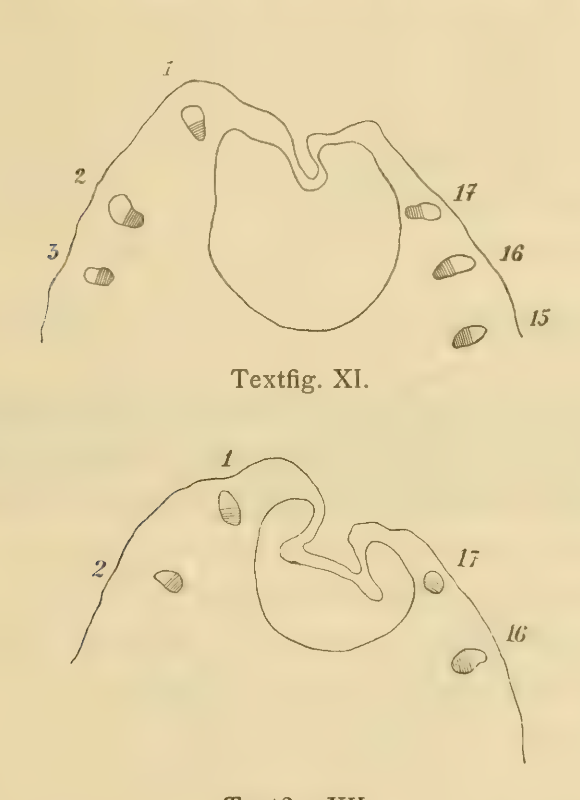
Textfig. X.

konvergierenden Bündel aus diesen hervorgegangen. Bei *A. sibiricum* und *A. Schoenoprasum* findet eine solche Verzweigung fast gar nicht statt.

An sehr jungen Blättern dieser Arten fällt bei flüchtiger Betrachtung die Scheidenöffnung nicht ohne weiteres auf und man empfängt äußerlich den Eindruck, als ob die rundliche Lamina die direkte Fortsetzung der Scheide wäre.

Wir haben es hier mit einer geschlossenen, auf der Ober- und Unterseite ungefähr gleich stark entwickelten Scheide zu tun, deren Gewebe gegen die Lamina zu in demselben Maße

auf der Unterseite zunehmen, als sie auf der Oberseite abnehmen. Gleichzeitig wird auch die Scheidenhöhlung im Innern immer enger, der Vorderteil der Scheidenoberseite stülpt sich schwach ein, es bildet sich eine seichte Rinne (Textfig. X, XI, XII). Am oberen Ende der Scheide besteht die Oberseite schließlich nur noch aus zwei Epidermiszellschichten; hier ist nun auch die Öffnung. Die innere Epidermis der Scheiden-



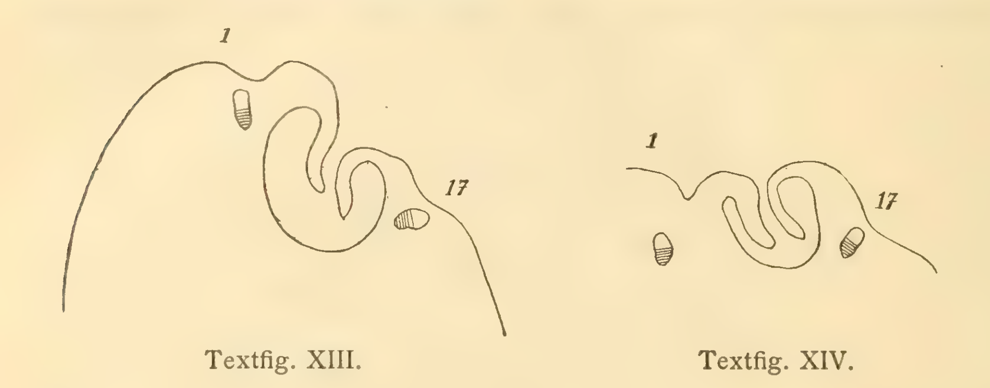
Textfig. XI.

Textfig. XII.

unterseite tritt frei zutage (Textfig. XIII, XIV). Es ist nunmehr eine tiefe Rinne vorhanden, in welche die beiden Gewebelappen hineinragen, welche die Enden der dünnen Scheidenoberseite vorstellen.

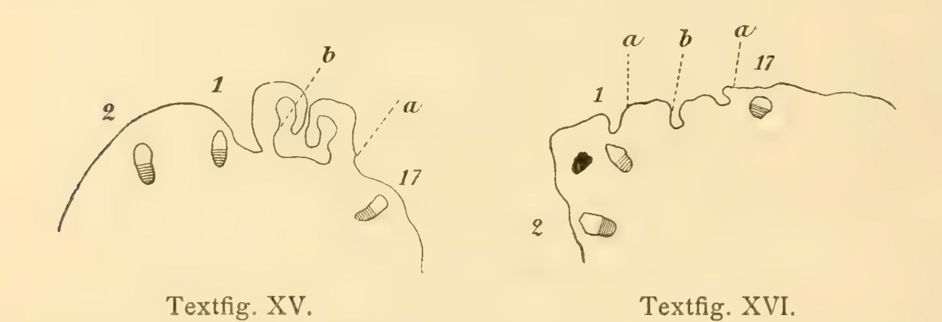
Allmählich wird gegen die Blattoberseite zu die Rinne ausgeglichen, die Lappen stumpfen sich ab und endigen ebenfalls (Textfig. XV, XVI). Die innere Epidermis ist nunmehr zur äußeren Umgrenzung der Blattoberseite geworden; außerdem beteiligen sich noch daran Teile der äußeren (Textfig. XVI, *a*) und inneren (Textfig. XVI, *b*) Epidermis der Scheidenoberseite.

Die Gefäßbündel treten unterhalb der Scheidenöffnung etwas seitlich zurück, um sich oberhalb derselben wieder auf der Laminaroberseite (wenn man bei runden Blättern, wie sie hier vorliegen, von einer solchen reden darf) zu nähern. Hierbei erfolgt eine schwache Drehung um ihre eigene Achse, so daß das Hadrom gegen das Zentrum zu liegen kommt. Zwischen



Textfig. XIII. Textfig. XIV.

den zwei extremen Bündeln besteht zwar noch immer eine etwas größere Entfernung als zwischen den übrigen Bündeln untereinander, welche Entfernung weiter oben entweder durch An-



Textfig. XV. Textfig. XVI.

einanderrücken oder eventuell durch eine Verzweigung der vorhandenen Bündel verringert werden kann.

Es geht nun daraus hervor, daß die oben genannte Anordnung der Bündel in der Lamina, zumal bei den flachblätterigen Formen, erst in einiger Entfernung von der Scheidenmündung uns entgegentritt; bei den rundblätterigen Formen haben wir einen gefäßbündelfreien Teil auf der Laminaroberseite auf eine längere Strecke hin nicht nachgewiesen.

An diese Tatsache anknüpfend, könnte man vielleicht zur Beantwortung der zweiten Frage schreiten:

Läßt die Betrachtung dieser Verhältnisse einen Schluß bezüglich der Ursprünglichkeit dieser Formen zu?

E. Lampa[1] hat die Frage zu lösen versucht, ob die Rundblätter der Liliaceen die phylogenetisch älteren gegenüber den Flachblättern seien, und geht zu diesem Zwecke von *Allium*-Arten aus, bei welchen das Rundblatt noch erhalten geblieben ist. Auf Grund der Befunde bei *A. globosum* kommt nun E. Lampa zu dem Schlusse, daß die Rundblätter die ursprünglicheren sein müßten, von denen sich die Flachblätter entwickelt haben. Als maßgebendes Moment wird angeführt, daß diese Flachblätter ihre Entstehung aus Rundblättern aufs deutlichste zeigen, »indem der anatomische Bau der Ober- und Unterseite, selbst in bezug auf den Gefäßbündelverlauf vollständig derselbe ist«.

Diese Abstammung aus Rundblättern durch Abflachung dürfte vielleicht für die im vorhergehenden beschriebenen Formen zutreffen, bei denen die Bündel in zwei Reihen mit einander zugekehrtem Hadrom angeordnet sind. Die runden Blätter, welche sich in der Regel aushöhlen, müssen ebenso wie die hohlen Stengelorgane und die geschlossenen Scheiden[2] den Anforderungen an Biegungsfestigkeit Rechnung tragen; ein besonderes mechanisches Gewebe fehlt hier, es übernehmen nun die eventuell vorhandenen Bastbelege der Bündel oder, wenn diese gleichfalls fehlen, die Hadromteile der Bündel selbst diese Rolle; ihre Anordnung im Kreis ist also zweckmäßig.

Dieselbe Anordnung, die in derselben Weise zustande kommt, treffen wir bei flachen Blättern vieler *Allium*-Arten wieder; es ist daher möglich, daß diese aus Rundblättern hervorgegangen sind, wobei ihre Herkunft von denselben sich noch in der für die Rundblätter zweckmäßigen Anordnung der Bündel ausspricht.

Speziell die Art und Weise des Zustandekommens dieser Anordnung möchte ich für die Entscheidung der Frage als ausschlaggebend betrachten, da es auch Flachblätter mit zwei Bündelreihen gibt, in welchen diese Anordnung auf andere

---

[1] Emma Lampa, Untersuchungen über einige Blattformen bei Liliaceen. Österr. bot. Zeitschr., 1900, p. 423.

[2] Haberlandt, Phys. Pflanzenanatomie, 3. Aufl., p. 169.

Weise zustande kommt (siehe *Brodiaea*, p. 516) und von denen es zweifelhafter ist, ob sie von Rundblättern abstammen. Dieser Umstand wird in der erwähnten Abhandlung nicht berücksichtigt.

Ferner gibt es *Allium*-Arten mit Flachblättern, welche eine einzige Reihe von Bündeln haben, die normal orientiert sind, z. B. *A. Moly* und andere Vertreter dieser Sektion.

Wie verhält es sich nun eben bei diesen Formen?

Sollte man da gleichfalls an eine Ableitung von runden Blättern denken, bei welchen ihre Anpassung an die flache Form schon so weit vorgerückt ist, daß die Bündel auf die Oberseite gar nicht mehr verlegt werden, da dies nunmehr von keinerlei Vorteil ist?

Oder sollten nicht eher eben diese flachblätterigen Formen mit einer Bündelreihe, wie sie außerdem auch bei der Mehrzahl der übrigen *Allioideae* und der *Amaryllidoideae* vorkommen, als die ursprünglicheren anzusehen sein? Von ihnen würden sich dann die typischen runden Blätter ableiten lassen, von welch letzteren man ihrerseits die besprochenen Flachblätter mit zwei Bündelreihen herleiten könnte.

Darauf zurückzukommen wird sich später nochmals Gelegenheit bieten.

An dieser Stelle soll mit einigen Worten noch auf die Frage nach den Beziehungen zwischen den einzelnen Arten eingegangen werden, welche sich im Gegensatz zu der eben behandelten Frage mit etwas größerer Sicherheit, und zwar dahin beantworten läßt, daß die flachblätterigen Formen mit zwei Bündelreihen in den Blättern den rundblätterigen Formen näher stehen als den flachblätterigen mit einer Bündelreihe, worauf gewissermaßen auch andere anatomische Eigentümlichkeiten (anatomischer Bau der Zwiebel) hinzudeuten scheinen. Ferner würden die Arten mit einer Bündelreihe in den Blättern, also die untersuchten Vertreter der Sektion *Moly* (mit Ausschluß von *A. multibulbosum*, welches anatomisch auch sonst eher Beziehungen zu den übrigen Sektionen zeigt) den übrigen Allioideen näher stehen als die *Allium*-Arten der anderen Sektionen.

Doch wird es, um auf letzteren Umstand eingehen zu können, zweckmäßiger sein, vorher die wenigen Untersuchungen

einiger anderen Allioideengattungen in Kürze hier folgen zu lassen.

Da mir nicht mehr Material zur Verfügung stand, wurde meist nur je eine Species untersucht, ferner mußte aus demselben Grunde in vielen Fällen eine Untersuchung der Schäfte unterbleiben; doch scheinen die Blattorgane die wichtigsten Vergleichs-, beziehungsweise Unterscheidungsmerkmale abzugeben.

Nothoscordum.

Diese Gattung wird von E. Regel als eine *Allium*-Art *(A. fragrans)* zur Sektion *Moly* gezählt und zeigt tatsächlich im anatomischen Bau eine große Übereinstimmung mit den Arten der genannten Sektion.

Die Wurzel ist durch dünnwandiges Parenchym gekennzeichnet, was bei *Allium* seltener *(A. ursinum)*, bei den übrigen Gattungen dagegen häufiger der Fall ist.

Das Zentrum des Gefäßbündels ist gewöhnlich von zwei großen Gefäßen eingenommen, von welchen mehrere (sechs bis sieben) kleinere Hadromradien ausstrahlen.

Die Schutzscheide ist schwach entwickelt, die Wände sind verhältnismäßig dünn.

Der Schaft zeigt den für die Gattung *Allium* charakteristischen Bau.

Die Epidermiszellen sind besonders auf der Außenseite, aber auch auf der Innenseite dickwandig; auch die Radialwände sind verhältnismäßig dick.

Die Assimilationszellen sind nicht gestreckt und in mehreren Reihen vorhanden. Mit den Assimilationszellen der ersten Reihe alternieren auch die Schlauchzellen. Dann folgt der mechanische Ring von ziemlich großer Mächtigkeit. Die Zellen desselben sind reich getüpfelt. Gegen das Zentrum werden die Zellen immer dünnwandiger und großlumiger, nur die über den großen inneren Gefäßbündeln gelegenen sind kleiner und dickwandiger als die übrigen Zellen ihres Niveaus und bilden eine Art lokalmechanischen Beleges über den Bündeln.

Gegen die Peripherie zu liegen dem Bastring bedeutend kleinere Bündel außen an.

Das Zentrum höhlt sich durch Zerreißen der Parenchymzellen aus.

Die Zwiebel besteht aus zahlreichen Schuppen, welche von den Scheidenteilen der Blätter gebildet werden und ringsum geschlossen sind. Die innerste Schuppe ist die fleischigste; alle Parenchymzellen sämtlicher Schuppen führen, ebenso wie die Achse selbst, reichlich Stärke.

Die Blattscheide ist an der Übergangsstelle der Zwiebelschuppe auf der Innenseite noch recht fleischig, während sie gegen ihr Ende zu, beziehungsweise gegen Beginn der Lamina zu immer gewebeärmer wird, bis sie nur noch aus zwei Epidermiszellreihen besteht.

Sie reißt zuweilen durch, die dünne Haut schrumpft ein, so daß man an älteren Exemplaren den Eindruck einer offenen Scheide empfängt.

In der Blattlamina finden wir eine Epidermis mit ziemlich stark verdickten Außen- und dünnen Innenwänden, darunter folgen gewöhnlich drei Assimilationszellreihen; unter der ersten derselben treten die Schlauchzellen auf, welche von einer Anzahl von Assimilationszellen umstellt werden. Diese letzteren sind in der ersten Reihe nur wenig, in den übrigen Reihen gar nicht gestreckt. Das Zentrum des Blattes ist von Parenchym eingenommen, welches große, durch Zerreißen der Zellen entstandene Lücken aufweist.

In den dazwischen befindlichen Parenchymlamellen sind in einer Reihe die Gefäßbündel, welche ihr Hadrom nach der Blattoberseite kehren.

Wie erwähnt, haben wir in *Nothoscordum* einen Typus, welcher in den Scheidenverhältnissen und in der Bündelanordnung den Vertretern der Sektion *Moly* nahe steht. Besonders in den Schlauchzellen, welche keine Raphiden führen, ist ein Merkmal gegeben, welches für die nahen Beziehungen zwischen *Nothoscordum* und *Allium* spricht. Mit *Nothoscordum* weist große Ähnlichkeit in ihrem Bau die Gattung

Milla uniflora

auf. Die Ähnlichkeit spricht sich schon im anatomischen Bau der Wurzeln aus, welche in der Regel nur etwas weniger

erstarken als bei *Nothoscordum*, wie ja die gesamte Pflanze viel zarter ist als diese. Ferner weisen die Blätter große Ähnlichkeit mit denen von *Nothoscordum* auf. Die Außenwände der Epidermis sind verdickt, die Innenwände dünn; unter der Epidermis folgen drei Reihen von Assimilationszellen, deren erste etwas gestreckte Zellen aufweist. Die Schlauchzellen treten unter den Assimilationszellen der ersten Reihe auf und werden von diesen allseits umstellt.

Das Parenchym des Zentrums reißt stellenweise durch; in den Parenchymlamellen treten in einer Reihe und normaler Orientierung die Gefäßbündel auf.

Der Schaft weicht von demjenigen der bisher besprochenen Arten darin ab, daß er eines mechanischen Ringes entbehrt.

Die Schlauchzellen führen keine Raphiden.[1]

Die zwei anderen Gattungen dieser Gruppe, *Brodiaea* und *Gagea*,[2] von denen ich je eine Art untersuchte, stehen dem bisherigen Typus nach verschiedenen Richtungen etwas ferner, und zwar liefern auch hierbei das Hauptunterscheidungsmerkmal die Schläuche.

Brodiaea capitata.

Die Blätter sitzen mit ihren kurzen geschlossenen Scheiden dem oberen Teile der Reservestoffe führenden Knolle auf; diese Blattbasen oder Scheiden, welche ebenfalls, wenn auch nur in geringerem Maße, Reservestoffe speichern, können auch als Zwiebelschuppen bezeichnet werden. Mit Rücksicht auf ihren anatomischen Bau entnimmt man aus einem Querschnitt folgendes: An einer Stelle besteht das Parenchym aus einer größeren Anzahl von Schichten als in der Umgebung, und dieser Teil bildet weiter oben, in der Lamina eine Art Mittelrippe. Die Gefäßbündel verlaufen ringsherum in einer Reihe nahe der Außenseite und kehren ihr Hadrom nach innen. Nur an der gewebereicheren Stelle treten auch auf der Innenseite einige Bündel auf, welche ihr Hadrom den anderen Gefäßbündeln zukehren.

Indem sich dieses unten geschlossene Gebilde in geringer Entfernung von der Basis öffnet und Chlorophyllparenchym

---

1 Hanstein, Milchsaftgefäße, p. 40.

2 Siehe Nachtrag auf p. 531.

führt, geht es direkt in die Lamina über, welche in ihrem unteren Teile bedeutend breiter ist als an der Spitze.

In der Mitte finden wir, wie erwähnt, eine Art Mittelrippe, welche der ganzen Länge des Blattes nach bis zur Spitze desselben verläuft. In ihr erscheinen die Bündel in einem Kreise angeordnet und kehren ihr Hadrom nach dem Zentrum desselben. In den lateralen Teilen der Spreite treten die Bündel in einer einzigen Reihe auf und kehren den Hadromteil nach der Blattoberseite. Der zentrale Teil höhlt sich in den oberen Teilen und in älteren Stadien aus und der Querschnitt erinnert, wenn man von den Rändern absieht (die oben erheblich schmäler geworden sind), einigermaßen an ein Hohlblatt von *Allium*. Diese Anordnung der Bündel ist jedoch in anderer Weise zustande gekommen als bei *Allium*, indem hier nämlich die Scheide sich geöffnet hat und direkt zur Lamina geworden ist; die definitive Orientierung der Bündel läßt sich bis zum Grunde der Scheide hinab verfolgen.

Ein, wie mir scheint, bedeutender Unterschied von den übrigen untersuchten Gattungen dieser Gruppe liegt darin, daß hier in dem vielfach genannten Basalteil des Blattes (Taf. II, Fig. 3) zahlreiche Raphiden *(R)* vorkommen, welche bei den übrigen Gattungen fehlen.[1] Die Raphidenzellen zeichnen sich von den übrigen Parenchymzellen durch ihre bedeutendere Größe aus, doch haben sie hier nicht die Schlauchgestalt. In der Lamina hingegen finden wir wieder Schläuche vor, in welchen spärliche Raphiden auftreten.

Im Schaft ist ein wohlausgebildeter, mechanischer Ring vorhanden, welchem sowohl außen als innen die Gefäßbündel an- oder eingelagert sind, indem die mechanischen Zellen, welche die Gefäßbündel an der dem Ringe abgekehrten Seite (Hadrom der inneren, Leptom der äußeren Bündel) begleiten, in direkter Verbindung mit den Zellen des Ringes sind. Raphidenzellen kommen auch hier vor.

[1] Nach J. Parkin, l. c., in Ann. of bot., und in Just, Jahresbericht, »fehlen die Raphiden den *Allieae* gänzlich«; die einzelnen daraufhin untersuchten Gattungen werden nicht aufgezählt.

Gagea lutea

unterscheidet sich wieder durch den völligen Mangel an Schlauchzellen überhaupt, die sonst entweder mit oder ohne Raphiden bei den *Allieae* vorkommen. Über den anatomischen Bau ist im allgemeinen nicht viel zu bemerken.

Die Zwiebel besteht bekanntlich aus mehreren dünnen Schuppen, welche die Scheidenteile der Blätter vergangener Jahrgänge vorstellen, und einer inneren fleischigen Schuppe, welche einem Niederblatte entspricht. Letzteres legt sich mit seiner äußeren Epidermis fest an die nächst äußere Schuppe an. Diese Epidermiszellen führen, wie alle übrigen Parenchymzellen, reichlich Stärke und sind als solche nur daran kenntlich, daß sie sich in die Rinne fortsetzen, welche vom fleischigen Niederblatt gebildet wird. Man könnte sonst bei flüchtiger Betrachtung geneigt sein, die nächst äußere Schuppe noch als einen Teil des Niederblattes anzusehen, zumal deren innere Epidermis ebenfalls Stärke führt und sich von der ihr angrenzenden Epidermis des Niederblattes gar nicht abhebt.

Die äußere Epidermis dieser zweiten Schuppe hingegen tritt deutlich hervor und noch mehr die unmittelbar darunter liegende Zellschichte, welche aus mechanischen Zellen besteht; die wenigen übrigen, die Schuppe aufbauenden Zellschichten werden von gewöhnlichen, stärkeführenden Parenchymzellen gebildet.

Die genannten mechanischen Zellen haben stark verdickte Innen- und Seitenwände, welche von zahlreichen Tüpfelkanälen durchsetzt sind und, mit Phloroglucin-Salzsäure behandelt, rote Färbung geben (Taf. III, Fig. 1). Sie können wohl als Sclerenchymzellen *(Sk.)* bezeichnet werden. Im Lumen treten mehrere Einzelkrystalle auf. Die Außenwände sind äußerst dünn und zart, ebenso wie die der daran angrenzenden Epidermiszellen *(Ep.)*, die Außenwände der letzteren sind etwas verdickt.

Oft haben auch manche Zellen *(Z)* der zweiten Schichte unter der Epidermis stärker verdickte Wände als die übrigen Parenchymzellen der Zwiebelschuppe.

Die weiter nach außen gelegenen älteren Schuppen, welche ebenfalls aus den Scheidenteilen der Laubblätter hervorgehen,

sind den eben beschriebenen ähnlich gebaut. Die äußere Epidermis hebt sich als dünnes Häutchen von den übrigen Gewebeteilen leicht ab, so daß die Sclerenchymzellschichte als äußere Schichte erscheint und nur stellenweise die Reste der losgelösten Epidermis aufweist.

In der Zwiebel von *Gagea stenopetala* kommt nach Flinck[1] ebenfalls ein mechanisches Gewebe vor.[2]

Die Scheiden der Blätter sind gleich über der Basis geöffnet und gehen direkt in die Lamina über; die Bündel sind in einer Reihe angeordnet und kehren ihren Hadromteil nach der Oberseite.

Bei *Gagea reticulata* sollen nach Schulze[3] die Bündel in zwei Reihen mit einander zugekehrtem Hadrom orientiert sein.

Der Schaft entbehrt eines mechanischen Ringes. Die Epidermis ist auf der Außenseite verdickt, an den Stengelkanten wird sie zweischichtig und hier nimmt die Verdickung einen collenchymatischen Charakter an.

Aus der Gruppe der *Agapantheae* untersuchte ich die Arten *Tulbaghia violacea* und *Agapanthus multiflorus.*

Tulbaghia violacea.

Im äußeren Habitus der vegetativen Organe zeigt diese Pflanze vielfach Ähnlichkeit mit der Gattung *Allium,* welche Ähnlichkeit sich in mancher Hinsicht auch im anatomischen Bau äußert. Die Wurzel hat lockeres dünnwandiges Rindenparenchym, eine verhältnismäßig dünnwandige Schutzscheide.

Das Zentrum des Bündels ist von Parenchym eingenommen.

Die Zwiebelachse entbehrt eines mechanischen Gewebes und speichert reichlich Stärke.

Die Zwiebelschuppen, welche aus den Scheidenteilen der Laubblätter hervorgehen, haben kein mechanisches Gewebe, speichern ebenfalls Stärke und weisen lange Schlauchzellen in

---

[1] Joh. Aug. Flinck, On den anatomiska biggnaden hos de vegetativa organen för upplagsnäring. Helsingfors 1891. Referat in Just, Jahresbericht 1891, p. 572, Nr. 34, und Beihefte des bot. Zentralbl., Bd. II, H. 1, p. 36.

[2] Siehe Nachtrag p. 531.

[3] R. Schulze, l. c., p. 335.

mehreren Reihen auf, welche einen bräunlichen Inhalt führen (Taf. I, Fig. 6, *S*). Diese Schläuche setzen sich in die Scheide fort und verlaufen in deren oberer und unterer Seite (in letzterer noch in mehreren Reihen), wo sie sich noch durch einen dunklen Inhalt auszeichnen.

In der Lamina hingegen sind sie nur mehr in einer Reihe, haben farblosen Inhalt und sind am Querschnitt nur durch die kreisrunde Gestalt und den geringeren Durchmesser gegenüber den Assimilationszellen, zu unterscheiden, von welch letzteren sie kranzförmig umstellt werden. Sie treten hier unter der ersten Assimilationszellschichte auf. Es läßt sich hierbei deutlich beobachten, daß die Assimilationszellen der ersten Reihe, die palisadenartig gestreckt sind, sich gegen die Schlauchzelle krümmen.

Die Schläuche führen niemals Raphiden und diese kommen bei dieser Art auch in anderen Zellen nicht vor, was eine Annäherung an die raphidenlosen Gattungen der *Allieae* bedeutet.

Der starke Lauchgeruch, welcher außer der Gattung *Allium* allen übrigen Gattungen dieser Gruppe abgeht, dürfte gleichfalls für die nahen Beziehungen zwischen diesen beiden Gattungen sprechen.

Die Bündel sind in der Lamina bloß in einer Reihe vorhanden und kehren ihr Hadrom nach der Oberseite.

Agapanthus multiflorus.

Diese Species weicht im anatomischen Bau ihrer Blätter von dem der übrigen *Allioideae* etwas ab, nähert sich hingegen mehr demjenigen anderer Liliaceen und auch dem der *Amaryllideae*.

Und wieder sind es die Schlauchzellen, welche ein wichtiges Merkmal abgeben. Sie führen hier reichlichen Schleim, welcher in Alkohol gerinnt, und enthalten lange starke Raphiden.

Die Blätter sind bifacial gebaut; auf der Unterseite ist das Assimilationsgewebe weniger wohlentwickelt als auf der Oberseite. Die Assimilationszellen sind nicht palisadenartig gestreckt, sondern schon in der ersten Reihe unter der Epidermis von rundlichem Querschnitt.

Die Epidermiszellwände sind collenchymatisch verdickt;[1] besonders an der Unterseite und vornehmlich um die Mittellinie bilden die Epidermiszellen im Verein mit den ersten zwei darunter liegenden Parenchymzellreihen schönes typisches Collenchym.

Bisweilen kann die Verdickung der Epidermiszellen eine sehr weitgehende sein.

Die Bündel sind in einer Reihe angeordnet und kehren ihr Hadrom nach der Oberseite, wie dies bei den meisten *Allioideae*- und *Amaryllidoideae*-Gattungen der Fall ist.

Es wurde an anderer Stelle angeführt (p. 512), daß die beschriebenen *Allium*-Arten aus der Sektion *Moly* den übrigen untersuchten Gattungen der *Allioideae* näher stehen als die der übrigen Sektionen, und diese Vermutung wurde hauptsächlich auf Grund der Anordnung der Bündel in der Lamina und des Zustandekommens dieser Anordnung ausgesprochen. Wir begegnen bei den *Allioideae* hauptsächlich Flachblättern mit einer Bündelreihe.

Bei *Brodiaea* trafen wir allerdings in der »Mittelrippe« eine kreisförmige Anordnung der Bündel an, welche jedoch in anderer Weise zustande kommt. Die Beziehungen dieser Blätter sind nun ebenfalls zu den Flachblättern mit einer Bündelreihe näher, als zu denjenigen mit zwei Reihen, denn bei letzteren ist diese Orientierung (ebenso wie in den Hohlblättern, von denen sie sich im Wesen nicht unterscheiden) erst in der Lamina durch nachträgliche Drehung und Verzweigung der Bündel erfolgt, während bei *Brodiaea* die Blätter nichts anderes als Flachblätter sind, in welchen eine zweite Reihe von entgegengesetzt orientierten Bündeln angelegt wird.

Ja, man könnte vielleicht die Flachblätter mit einer Bündelreihe als die ursprünglichen ansehen, von welchen sich einerseits die hohlen (und die von ihnen abgeleiteten Flachblätter mit zwei Bündelreihen, wie bei *Allium*) und andrerseits die

[1] Siehe auch R. Schulze, l. c., p. 307.

. . . ätter mit entgegengesetzt orientierten Bündeln (wie bei *Brodiaea*) ableiten lassen.[1]

Bei *Gagea reticulata* sollen nach Schulze die Bündel, wie schon erwähnt, in zwei Reihen angeordnet sein.[2]

Als Anhang sei endlich noch der wenigen

Amaryllidoideae

aus der Unterfamilie der *Amaryllideae*[3] gedacht, die ich zum anatomischen Vergleich mit den im vorangehenden besprochenen *Allioideae* heranzog.

Diese Untersuchung ist eine in jeder Hinsicht unvollständige, da ich selbst von den wenigen Species, die mir zur Verfügung standen, nicht alle Vegetationsorgane beschaffen konnte; in den meisten Fällen fehlten die Schäfte; doch ich lege auch hier das Hauptgewicht auf die Blattorgane.

Haemanthus.

Von dieser Gattung wurden die Species *H. albiflos* und und *H. coccineus* untersucht.

Die Wurzel von *H. albiflos* hat ein lockeres Rindenparenchymgewebe, ein zentrales Gefäßbündel, welches von einer dünnwandigen Gefäßbündelscheide umgeben ist; das Zentrum desselben ist von Parenchymgewebe eingenommen. Hadrom und Leptom sind in sieben bis mehr Radien angeordnet. Die Wurzeln entspringen endogen an der Zwiebelachse, welche reichlich Stärke führt. Die Zwiebelschuppen gehen aus den Scheidenteilen der Laubblätter hervor. Die äußeren, welche die unteren Teile der älteren abgestorbenen Blätter vorstellen, sind größer und fleischiger; die inneren dagegen, die den unteren Teilen der jüngsten Blätter entsprechen, sind kleiner und gewebeärmer. Als Reservestoff führen sie Stärke.

Die Bündel der Scheidenoberseite hören in dieser auf. Im Laminarteil ist nur eine Reihe von Bündeln vorhanden.

---

[1] Vgl. p. 512.

[2] Leider lag mir das entsprechende Material nicht vor, um festzustellen, in welcher Weise die Anordnung hier erfolgt ist.

[3] Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien, II, 5, p. 103 ff.

Die Lamina zeichnet sich durch die Wände ihrer Epidermiszellen aus, welche dicke Cuticularschichten aufweisen, die über der Mitte jeder Zelle eine papillenartige Vorwölbung bilden. Diese papillenartigen Erhebungen sind in gewissen Partien des Blattes infolge ihrer Größe schon mit freiem Auge sichtbar, so in der Nähe der Ränder gegen die Blattspitze zu. Sowohl gegen die Mittellinie des Blattes als auch gegen die Basis nehmen sie ab. Ähnliche »warzenartige Erhebungen« sind z. B. bei *Aloineae*-Blättern nichts Seltenes.[1]

Im oberen Teile des Blattes gehen die Randzellen der Epidermis in ein langes dickwandiges Haar aus.[2]

Die Epidermiszellen der Blätter von *Haemanthus coccineus* unterscheiden sich von den eben besprochenen darin, daß die Außenwände allerdings stark verdickt sind, jedoch einer so mächtigen Cuticularschicht, sowie der papillösen Erhebungen entbehren. Randhaare kommen nicht vor. Die Cuticula ist vielfach skulpturiert und überdacht über den Schließzellen einen Teil der äußeren Atemhöhle. Ihr freier Rand hat einen wellenförmigen Kontur *(C)* (Taf. III, Fig. 2).

Die Querwände sind besonders im mittleren Teile der Zelle verdickt, was sich noch deutlicher als an Oberflächenschnitten an radialen Längsschnitten feststellen läßt (Taf. III, Fig. 3, *Rw*).

Die Assimilationszellen von *Haemanthus albiflos* sind auf der Blattoberseite in der ersten Reihe etwas palisadenartig gestreckt, in den übrigen Reihen fast isodiametrisch; auf der Unterseite ist eine solche radiale Streckung nicht nachweisbar.

Bei *Haemanthus coccineus* sind auf der Oberseite die Assimilationszellen der beiden ersten Reihen radial gestreckt.

Auch finden sich hier von Assimilationszellen umstellte farblose Schlauchzellen, in welchen ich bei *Haemanthus coccineus* Raphidenbündel oder Raphiden, wenn auch nur in sehr spärlicher Anzahl vorfinden konnte.

---

[1] Nach Berger in Engler's »Pflanzenreich«.

[2] Vergl. *A. Chomaemoly, A. scorodoprasum*, p. 499.

Bei *Haemanthus albiflos* hingegen konnte ich trotz aufmerksamer Untersuchung an Quer- und Längsschnitten das Vorhandensein von Raphiden nicht nachweisen.

In diesen Schlauchzellen sind die langen spindelförmigen Kerne[1] mitunter sehr deutlich sichtbar.

Der Schaft von *Haemanthus coccineus* weist eine Epidermis mit collenchymatisch verdickten Außen- und Innenwänden auf. Das gesamte Parenchym ist locker und dünnwandig; der Schaft entbehrt eines mechanischen Ringes, sowie jedes mechanischen Gewebes.

Galanthus nivalis.

Die Wurzel zeigt den gewöhnlichen Monocotylenbau; das Rindenparenchym ist fester als bei den übrigen Amaryllideen. Im Zentrum ist das Gefäßbündel von einer schwach entwickelten Schutzscheide umgeben.

Das Zentrum des Bündels wird von einem Gefäß eingenommen, von welchem einige Hadromplatten ausstrahlen.

Der Schaft hat Epidermiszellen mit verdickten Außenwänden; die Assimilationszellen sind nicht gestreckt, sondern von rundlichem Querschnitt; ferner fehlt jede Spur eines mechanischen Ringes.

Die Gefäße sind auch hier in zwei Kreisen angeordnet, d. h. es alternieren kleinere, die näher der Peripherie sind, mit größeren, die mehr im Zentrum verlaufen. Die Parenchymzellen sind locker und durch große Interzellularen voneinander getrennt. Die Schlauchzellen führen einzelne wenige Raphiden.

Die Zwiebelschuppen speichern Stärke und entbehren jeden mechanischen Gewebes.

Die Blätter haben eine Epidermis mit verdickten Außen- und Innenwänden. Darunter folgt Assimilationsgewebe aus chlorophyllreichen Zellen, die in der Längsrichtung des Blattes gestreckt sind.[2] Auf der Unterseite trifft man chlorophyllärmere Zellschichten von ungefähr gleicher Mächtigkeit an.

---

[1] Vergl. Molisch, Über Zellkerne bes. Art. Bot. Ztg. 199, p. 163 bis 187.

[2] Haberlandt, Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems. Pringsheim Jahrb., XIII, 1882, p. 117.

In der Mitte sind »Parenchymlamellen« vorhanden, »in welchen die Gefäßbündel verlaufen und zwischen welchen große Luftkanäle das Blatt durchziehen«.[1]

Zwischen den Assimilationszellen der ersten und zweiten Reihe erstrecken sich die Schlauchgefäße, welche wie in allen übrigen Vegetationsorganen spärliche Raphiden führen.

Leucojum aestivum.

Die Zwiebelachse wird aus kleinen, Stärke speichernden Zellen gebildet. Ein mechanisches Gewebe ist nicht vorhanden. Die Bündel sind über den ganzen Querschnitt regellos zerstreut.

Die Zwiebelschuppen speichern ebenfalls Stärke und entbehren eines mechanischen Systems; die Außenwände der Epidermis sind verdickt, die übrigen sind dünn.

Die Blattscheiden sind auf der Oberseite bedeutend gewebeärmer als auf der Unterseite, letztere geht in die Lamina über, in welcher die Gefäßbündel in einer Reihe mit nach oben gekehrtem Hadrom orientiert sind.

Das Assimilationsgewebe ist ähnlich wie bei *Galanthus* entwickelt. Die Assimilationszellen umstellen lange Schlauchzellen, welche zahlreiche Raphiden enthalten. Die Kerne dieser Zellen sind langgestreckte Fadenkerne.[2]

Amaryllis sp.

Das Rindenparenchym der Wurzel ist ziemlich gleichmäßig entwickelt, nur in der mittleren Entfernung zwischen Epidermis und Gefäßbündel sind die Zellen etwas radial gestreckt, weiter innen werden sie wieder kleiner.

Das Zentrum des radialen Gefäßbündels ist von Parenchymzellen eingenommen. Die Zwiebel hat verdickte Epidermisaußenwände, die übrigen Wände sind dünn. Die Parenchymzellen führen Stärke. In größeren Zellen kommen in Essigsäure

---

[1] Haberlandt, Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems. Pringsheim Jahrb., XIII, 1882, p. 118.

[2] S. Molisch, Studien etc., l. c., p. 89.

unlösliche Calciumoxalatraphiden vor. Daneben kommen auch darin lösliche Krystalle von kohlensaurem Kalk vor.

Die Epidermis der Blätter hat sehr stark verdickte Außenwände. Die mit starken Cuticularleisten versehenen Spaltöffnungen sind wenig eingesenkt.

Die Assimilationszellen sind fast gar nicht radial gestreckt; zwischen diesen treten in mehreren Reihen die Schlauchzellen von verhältnismäßig geringem Durchmesser auf, welche große Raphidenbündel enthalten.

Das Parenchym ist stellenweise durch große Lufträume unterbrochen. In den Parenchymlamellen verlaufen die Gefäßbündel, welche der mechanischen Elemente entbehren und mit dem Hadrom nach der Oberseite orientiert sind.

Vallota purpurea.

Die Wurzel hat dünnwandiges Rindenparenchym, das gegen das Zentrum hin nur unwesentlich kleinzelliger wird. Das Zentrum des Gefäßbündels ist auch hier von Parenchym eingenommen.

Die Zwiebel hat eine Epidermis mit verdickten Außen- und zarten Innen- und Seitenwänden.

Zwischen den Parenchymzellen sind zahlreiche schleimführende Schläuche von bedeutendem Querdurchmesser (drei- bis mehrfach den der Parenchymzellen übertreffend) in mehreren Reihen vorhanden. Diese enthalten Bündel von zahlreichen starken und großen Raphiden.

Auch hier kommen »Fadenkerne« vor.[1]

Zephyranthes.

In der Wurzel von *Z. rosea* sind zwischen den Rindenparenchymzellen raphidenführende Schläuche. Das Zentrum des Gefäßbündels wird von einem Gefäß eingenommen, von dem Hadromradien ausstrahlen.

In der Zwiebel kommen gleichfalls Raphidenzellen vor, die Parenchymzellen speichern Stärke.

---

[1] S. Molisch, l. c., p. 89.

Das Assimilationsgewebe ist in den Blättern sowohl an der Ober- als an der Unterseite wohl entwickelt; die erste Reihe besteht an der Oberseite aus palisadenartig gestreckten Zellen, an der Unterseite ist diese Streckung eine geringere; die übrigen Reihen der Ober- sowie der Unterseite sind eher in tangentialer Richtung gestreckt.

Zwischen den Assimilationszellen finden sich farblose Schlauchzellen vor, welche Raphidenbündel enthalten.

Das Parenchym im Inneren des Blattes weist große Lückenräume auf; in den Parenchymlamellen verlaufen die Gefäßbündel in einer Reihe mit nach der Blattoberseite gekehrtem Hadrom.

Bei *Z. candida*, welche im anatomischen Bau mit der vorhergehenden Spezies in vielen Merkmalen übereinstimmt, sind dagegen die Bündel im Blatte in zwei Reihen mit einander zugekehrtem Hadrom angeordnet und diese Anordnung kommt genau in derselben Weise zustande, wie es für einige hohl-, beziehungsweise flachblätterige *Allium*-Arten (*A. oreoprasum, A. paniculatum* etc.) angegeben wurde, indem die Bündel, die in der Scheide in einer Reihe angeordnet sind, in die Lamina übertreten und sich dort, von den Rändern aus, auf der Oberseite verzweigen, so daß dieselbe von kleineren, umgekehrt orientierten Bündeln eingenommen wird.

Dieses Verhalten scheint außerhalb der Gattung *Allium* nicht eben häufig zu sein.

Sternbergia lutea.

Die Zwiebel dieser Pflanze zeichnet sich durch dicke, jedoch unverholzte Epidermisaußenwände aus, ferner treten in ihr mehrere Schlauchreihen auf, deren Elemente Raphidenbündel enthalten.

Die Epidermis der Blätter hat ebenfalls stark verdickte Außen- und relativ dicke Innenwände.

Die Assimilationszellen der Oberseite sind stark palisadenförmig gestreckt, die der Unterseite hingegen etwas weniger, die übrigen Assimilationszellreihen der Ober- und Unterseite besehen aus im Querschnitt nahezu rundlichen Zellen.

Raphidenschläuche sind vorhanden.

Das Parenchym weist Lückenräume auf. Die Gefäßbündel sind in einer Reihe angeordnet.

Crinum.

Bei *Crinum longifolium* ist im Zentrum der Wurzel Parenchymgewebe vorhanden, zuweilen auch ein Gefäß, welches von Parenchymgewebe umgeben ist; die Wände dieser Zellen sind oft verdickt, so daß das Gewebe im Querschnitt das Aussehen eines Bastbündels bekommt, jedoch sind die Elemente in der Längsrichtung nur wenig gestreckt und nicht prosenchymatisch zugespitzt.

Die Epidermis der Zwiebel hat dünne Außenwände, die Längswände sind (wie auch in der Lamina) gewellt.

Die Parenchymzellen sind stärkeführend, dazwischen verlaufen zwei Reihen von großen, schon mit freiem Auge deutlich wahrnehmbaren Schleimzellen, deren Länge die der umgebenden Parenchymzellen um das Acht- bis Zehnfache übertrifft. Raphidenbündel kommen darin nicht vor. Dagegen treten solche in anderen zwischen den gewöhnlichen Parenchymzellen liegenden stärkefreien Zellen auf, die sich weder durch besondere Größe noch durch Gestalt von den ersteren unterscheiden.

In der Lamina haben die Schlauchzellen einen farblosen Inhalt, ihr Querdurchmesser ist oft geringer als der der übrigen Parenchym- und der Assimilationszellen, hingegen ist ihre Länge eine sehr beträchtliche, indem sie oft das 35fache ihrer Breite (beziehungsweise der Ausdehnung der in dieser Richtung nicht gestreckten Palisadenzellen) beträgt (Taf. III, Fig. 4).

Diese Schläuche *(S)* sind raphidenfrei; an den unteren Querwänden findet man einzelne kleine lichtbrechende Stärkekörner *(St)*, welche bei anderen Gattungen derselben Art wiederkehren. Die Raphiden treten in kürzeren (im Verhältnis zu den Schläuchen) breiten Zellen *(Rz)* auf, welche in regelmäßigen Reihen übereinander gelegen sind (Taf. III, Fig. 5).

Die Gefäßbündel, welche aus der Scheidenunterseite in die Lamina eintreten (auf der Scheidenoberseite sind sie nur in geringer Anzahl in schwacher Ausbildung vorhanden und

endigen daselbst), sind in einer Reihe in den Parenchymbalken angeordnet, zwischen welchen sich Lufträume erstrecken.

Nicht unerwähnt lassen möchte ich an dieser Stelle die »Abrollbarkeit«[1] der Spiralgefäße in den Blattorganen.

Beim Zerreißen des Blattes reißen die dünnen Wandpartien der Gefäße, während die zähe Spiralfaser sich auf mehrere Zentimeter abrollt, ohne zu zerreißen. Ich habe dieses Umstandes Erwähnung getan, weil es mir scheint, daß er vielleicht als Gattungsmerkmal von gewisser Bedeutung sein könnte. Ich konnte nämlich dieses Verhalten an Arten verschiedener Standorte (Bot. Garten Triest im Freien, Gewächshaus des bot. Gartens in Graz), welche zu verschiedenen Zeiten gesammelt waren (erstere Mitte Dezember, letztere Ende Februar), feststellen.

Ferner kommt diese Eigentümlichkeit den übrigen untersuchten Arten dieser Gattung ebenfalls zu.

Bei *Crinum ornatum* wird das Gefäßbündel der Wurzel im Zentrum von einem Gefäße eingenommen.

In den Blattorganen sind die Raphidenbündel ebenso wie bei *Cr. longifolium* in verhältnismäßig kurzen Zellen gelagert, welche wie dort in Längsreihen parallel mit den Schläuchen und Gefäßbündeln übereinander gelegen sind.

Ferner kommen auch hier lange Schlauchzellen vor, an deren unterer Querwand ebenso wie bei *C. longifolium* kleine Stärkekörner, nur in etwas größerer Anzahl, gehäuft sind. In den langen Schlauchzellen kommen einzelne mächtige Raphiden vor. Auch die »Abrollbarkeit« der Gefäße ließ sich konstatieren.

Bei einer dritten *Crinum* sp., deren Bestimmung ich nicht durchführen konnte, da mir keine blühenden Exemplare vorlagen, traten dieselben Eigentümlichkeiten auf, sowohl in bezug auf die Abrollbarkeit der Gefäße als auch auf die langen Schlauchzellen der Blätter (welche wie bei *Cr. ornatum* einzelne Raphiden enthalten) mit den kleinen Stärkekörnern in der Nähe der unteren Querwand.

Auch dieses Merkmal, welches bei allen drei untersuchten Arten konstant auftritt, scheint für dieselben charakteristisch

---

[1] Vergl. De Bary, l. c. p. 164, Anmerkung 1.

zu sein. Ob dieser Stärke nicht wohl eine besondere physiologische Bedeutung zukommt!

Clidanthus sp.

Die Wurzel zeichnet sich durch lockeres Rindenparenchym aus, welches gegen das Zentrum zu immer kleinzelliger wird. Das Bündel ist von einer Scheide aus polygonalen regelmäßigen Zellen mit sehr stark verdickten Wänden umgeben. Die Hadromelemente sind gegen die Peripherie ziemlich regelmäßig radial angeordnet, während im Zentrum diese Anordnung nicht so deutlich hervortritt.

Die Zwiebel hat stark verdickte Epidermisaußenwände, die jedoch nicht verholzen. Die Parenchymzellen führen Stärke, zwischen diesen sind große Raphidenzellen.

Ein gemeinsames Merkmal sämtlicher untersuchten Amaryllideenarten besteht vor allem in dem Auftreten von Raphidenbündeln in reichlich Schleim führenden Zellen. Dieses Merkmal haben sie mit einigen *Allioideae* gemeinsam *(Agapanthus*,[1] *Brodiaea)*, welch genannten Formen sie näher stehen dürften als den übrigen, die der Raphiden entbehren.

Ein weiteres gemeinsames Merkmal besteht in dem Vorhandensein von Schlauchgefäßen überhaupt, welche in den untersuchten Arten mit Ausnahme der *Allieae*-Gattung *Gagea* nirgends vermißt wurden.

Was den anatomischen Bau der vegetativen Organe im übrigen betrifft, so kann man wohl von einer großen Übereinstimmung zwischen den beiden Gruppen der *Allioideae* und *Amaryllidoideae* reden. Der anatomische Bau der Wurzel bietet keinerlei Besonderheiten dar; das Vorkommen von Raphiden in derjenigen von *Zephyranthes* kann uns nicht wundernehmen, da solche in allen übrigen Vegetationsorganen auftreten. Ebenso sehen wir z. B. bei *Allium*-Arten *(A. Moly)* in den Zellen der Wurzel ebenso wie in Schaft und Blattorganen Krystalle auftreten.

---

[1] Vergl. Hanstein, Milchsaftgefäße, p. 40.

Was die Schäfte betrifft, so konnte ich, wie erwähnt, dieselben wegen Mangels an Material zum größten Teile nicht untersuchen.

Bei den untersuchten Arten fehlt, wie wir gesehen haben, der mechanische Ring, sein Vorkommen ist hier also allenfalls nicht so konstant wie bei den *Allioideae.* Übrigens ist dies kein durchgreifender Unterschied, da es auch *Allioideae* ohne mechanischen Ring gibt, wie *Gagea lutea*, welche allerdings von den übrigen Allioideen in mancher Hinsicht abweicht, aber auch in solchen Merkmalen, welche eben eine Annäherung an die *Amaryllidoideae* bedeuten.

Ferner kommt auch Vertretern einiger *Amaryllidoideae*-Gruppen *(Haemanthinae, Amaryllidinae, Criniinae)* nach Pax[1] ein mechanischer Ring zu.

In den Blattorganen ist außer den genannten Schläuchen nichts Nennenswertes zu bemerken.

Wir sahen, daß die Epidermis, deren Außenwände stärker oder schwächer verdickt sind, im Besitze einer glatten oder bisweilen skulpturierten Cuticula sein kann.

Die Assimilationszellen sind, ebenso wie bei den Allioideen, zumal in der ersten Reihe unter der Epidermis mehr oder minder gestreckt; auf der Oberseite ist das Assimilationsgewebe meist stärker entwickelt.

Die Gefäßbündel sind in der Lamina nur in einer Reihe angeordnet, welches Verhalten auch in der Gruppe der *Allioideae* vorherrscht. Andrerseits finden wir bei *Zephyranthes candida*[2] dieselben Verhältnisse wie bei *Allium* wieder.

Auf Grund der wenigen Befunde die sich aus der Untersuchung der geringen Anzahl von Arten ergeben konnten, läßt sich nichts Sicheres über die näheren Beziehungen zwischen der Gruppe der *Allioideae* und *Amaryllidoideae* schließen; doch sprechen die obigen Tatsachen dafür, daß solche Beziehungen bestehen.

Das Vorhandensein der vielfach erwähnten Schleim- und Raphidenschläuche insbesondere, scheinen ein wichtiges Merk-

---

[1] Pax in Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfam., l. c., p. 98 und 103ff.

[2] Vergl. auch Čelakovský, l. c., p. 17.

mal hiefür abzugeben, welchem besondere Aufmerksamkeit zugewendet werden dürfte.

Es sei mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. K. Fritsch, für die anregende Teilnahme sowie für die freundliche Anleitung und Unterstützung an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Nachtrag zu p. 518.

Durch die Güte des Herrn Prof. Dr. K. Fritsch kamen mir nach Absendung des Manuskriptes noch zwei Species aus der Gattung *Gagea*: nämlich *Gagea pratensis* Dum. und *Gagea minima* Ker. Gawl. zu, welche ich noch untersuchte und auf die ich an dieser Stelle mit einigen Worten eingehen möchte.

Gagea pratensis (= *Gagea stenopetala* Reichb.) zeigt im anatomischen Bau der Blätter und des Schaftes große Übereinstimmung mit *Gagea lutea*. Das mechanische Gewebe der Zwiebel ist ebenfalls in ganz analoger Weise ausgebildet, wie bei dieser, die Zellen desselben führen Krystalle und zeigen dieselbe Art der Wandverdickung, nur weisen die verdickten Wände keine Tüpfel auf. Auch ist die bei Behandlung mit Phloroglucin-Salzsäure eintretende Färbung derselben nur eine schwach rötliche.

Gagea minima zeigt im anatomischen Bau der Blätter und des Schaftes keine nennenswerten Abweichungen von den übrigen genannten Arten.

In den Zwiebelschuppen dagegen treffen wir in der Zellage unterhalb der Epidermis nur die Anlage eines mechanischen Gewebes; dieses besteht aus rechteckigen, radial etwas gestreckten, im Verhältnis zu den angrenzenden in tangentialer Richtung sehr langgestreckten Epidermiszellen kleinen Zellen, mit ringsherum gleichmäßig, schwach verdickten Wänden. Krystalle konnte ich in diesen Zellen nicht nachweisen. Die übrigen Parenchymzellen sind reichlich stärkeführend, wie bei den übrigen genannten Arten dieser Gattung. Weiters wäre an diesen beiden Arten nichts Wesentliches hervorzuheben.

Literaturverzeichnis.

Baldrati in Nuovo giorn. bot. italiano, IV, 1897.
Čelakowský J. L. in Abh. der Böhm. Akad., 1903.
De Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane.
Engler, Pflanzenreich.
Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien.
Falkenberg, Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotylen.
Flinck J. A., Referat: Beih. des Bot. Zentralbl., Bd. II, H. 1, p. 36.
Glück, Stipulargebilde der Monocotyledonen.
Haberlandt, Entwicklungsgeschichte des mechanischen Systems.
— Physiologische Pflanzenanatomie, 3. Auflage.
— Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems, in Pringsheim Jahrb., XIII.
Hanstein, Milchsaftgefäße und verwandte Organe der Rinde.
— Über ein System schlauchartiger Gefäße. Monatsber. der preuß. Akademie, Berlin 1860.
Irmisch, Zur Morphologie der monocotylen Knollen- und Zwiebelgewächse, Berlin 1850.
Lampa E., Untersuchungen über Blattformen bei Liliaceen. Österr. bot. Zeitschr., 1900.
Molisch, Studien über den Milch- und Schleimsaft der Pflanzen. Jena 1901.
— Über Zellkerne besonderer Art. Bot. Zeitung, 1899.
Parkin in Ann. of bot., Bd. 12, 1898.
Regel, Alliorum adhuc cognitorum Monographia. Petropolis 1875.
Schulze R., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Liliaceen. Englers Jahrb., XVII.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1 und 2. Wurzel von *A. Chamaemoly* (Querschnitt). *G* = Gefäß.

Fig. 3. Zwiebelschuppe von *A. ericetorum* (Querschnitt). *v. Ep.* = verholzte Epidermiszellen, *u. v. Ep.* = unverholzte Epidermiszellen.

Fig. 4. Zwiebelschuppe von *A. paniculatum* (Querschnitt). *v. Ep.* = verholzte Epidermiszellen, *u. v. Ep.* = unverholzte Epidermiszellen.

Fig. 5. Epidermis des Blattes von *A. Victorialis*.

Fig. 6. Längsschnitt durch die Zwiebelschuppe von *Tulbaghia violacea*. *S* = Schlauchzelle.

Tafel II.

Fig. 1. Zwiebelschuppe von *A. Moly* (Querschnitt). *Sk.* = Sclerenchymzellen, *Ep.* = Epidermiszellen.

Fig. 2. Zwiebelschuppe von *A. fuscum* (Querschnitt).

Fig. 3. Blattbasis von *Brodiaea capitata* (Querschnitt). *R* = Raphiden.

Fig. 4. Schaft von *A. flavescens* (Querschnitt).

Fig. 5. Blattrand von *A. Chamaemoly* (Querschnitt).

Tafel III.

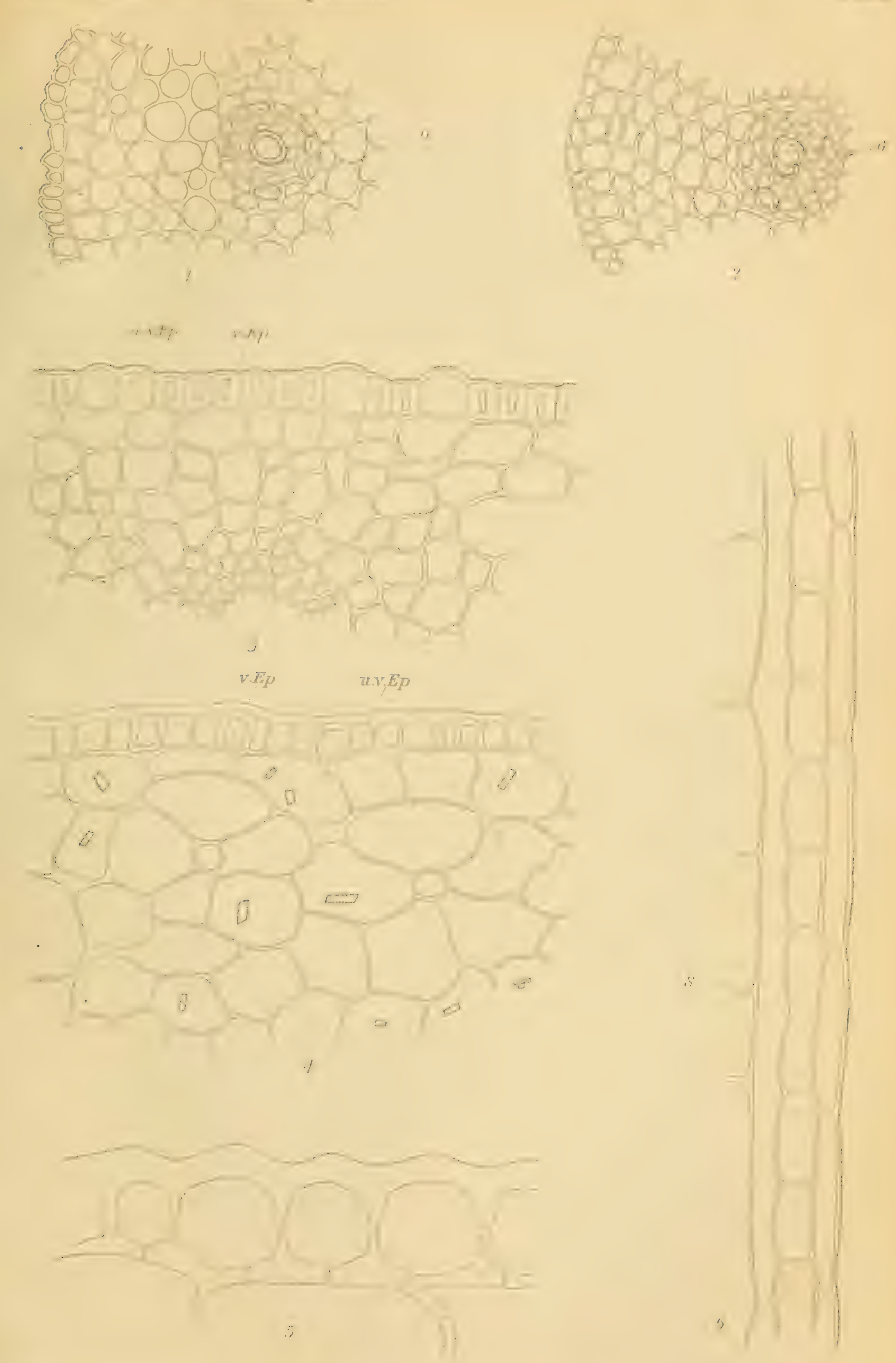
Fig. 1. Zwiebelschuppe von *Gagea lutea* (Querschnitt). *Ep.* = Epidermiszellen, *Sk.* = Sclerenchymzellen, *Z* = Zellen mit verdickten Wänden.

Fig. 2. Spaltöffnungen von *Haemanthus coccineus* (Oberflächenansicht). *C*=Cuticula, *Eö.* = Eisodialöffnung.

Fig. 3. Dasselbe im Längsschnitt. *Rw.* = verdickte Stelle an den Radialwänden.

Fig. 4 und 5. Längsschnitt durch das Blatt von *Crinum longifolium*. *Rz.* = Raphidenzellen, *S* = Schlauchzellen, *St.* = Stärkekörner.

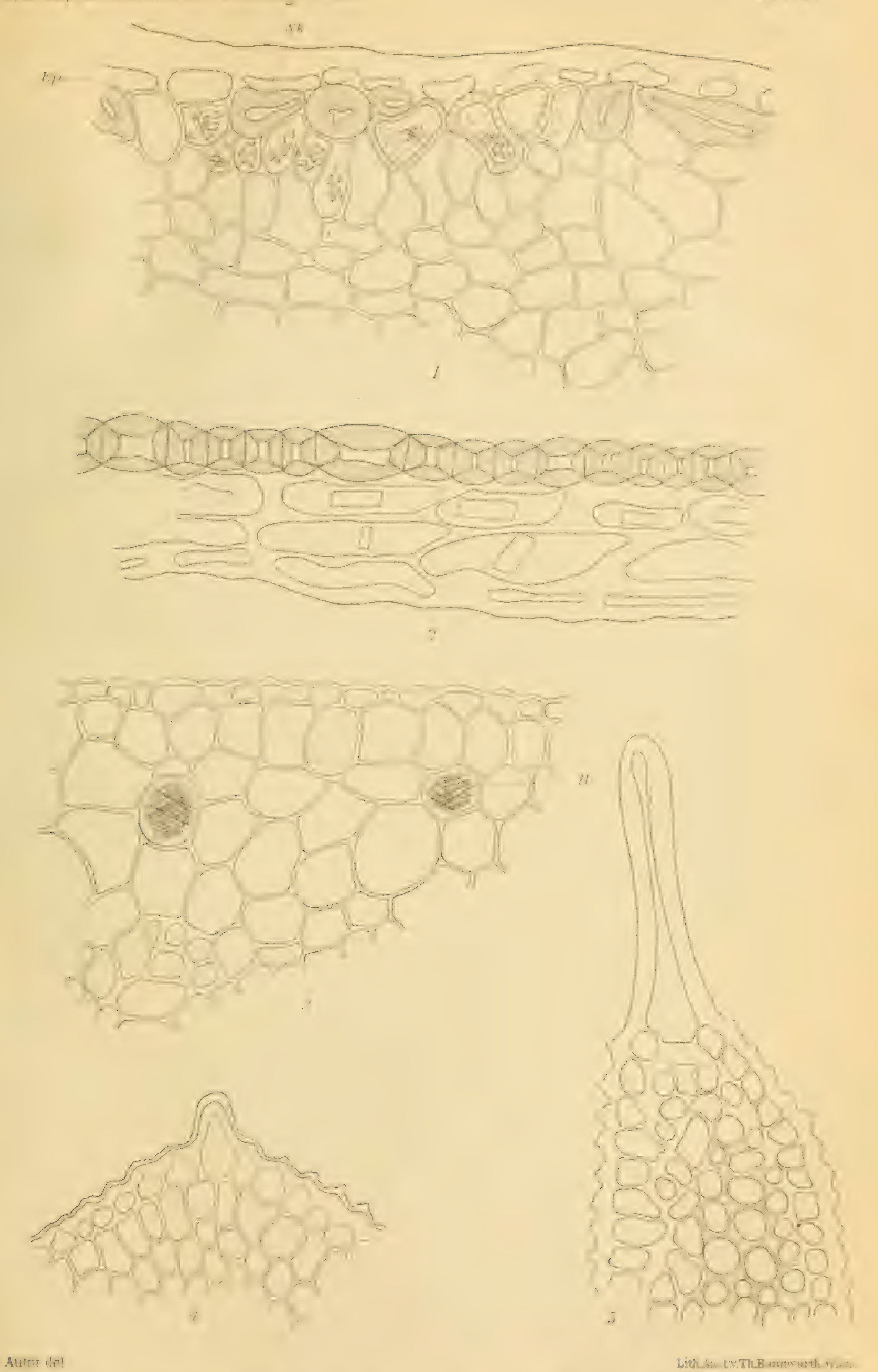




Autor del.

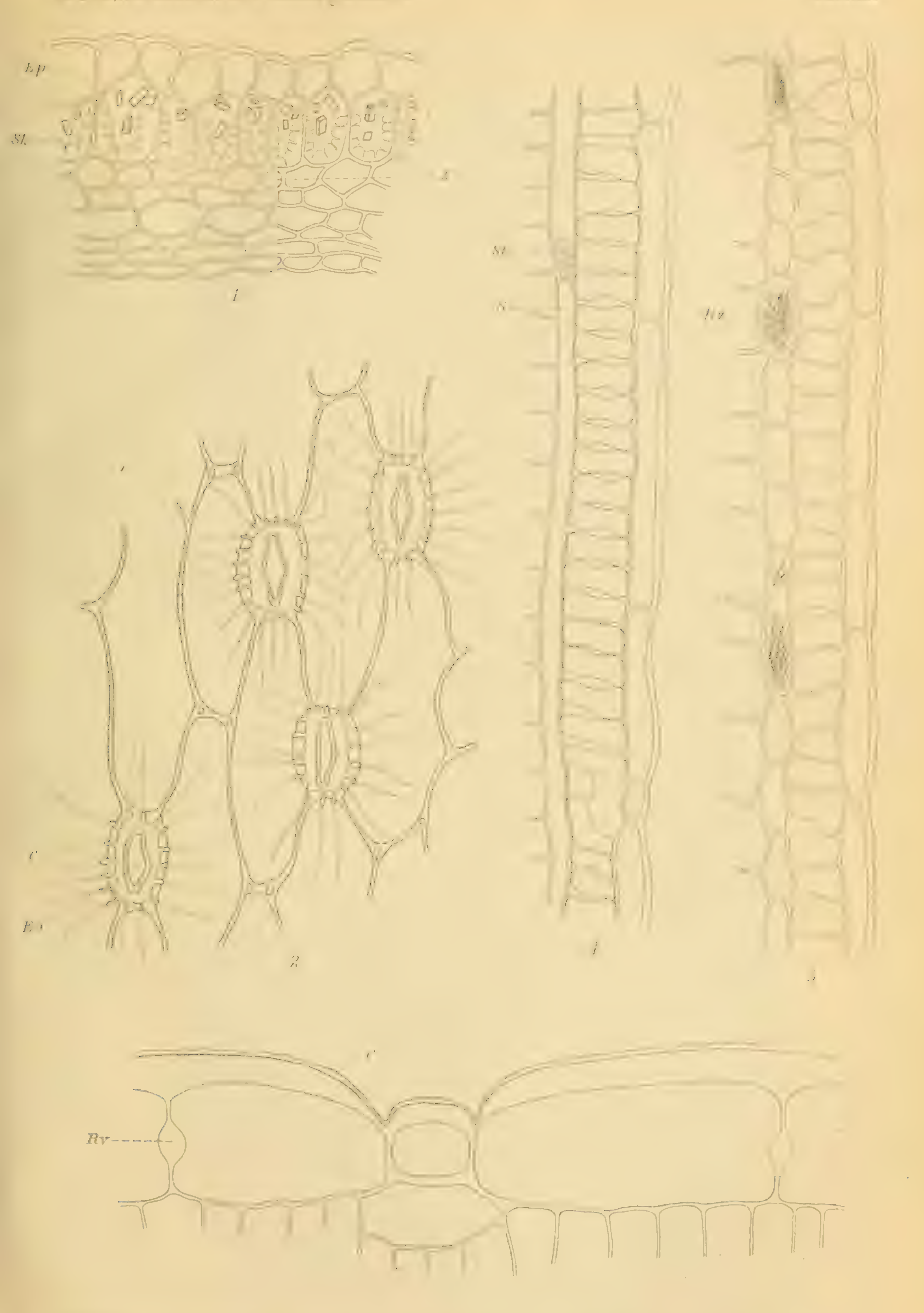
Lith.Anst.v.Th.Bannwarth,Wien.





Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.





Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

CXIX. BAND. ABTEILUNG I.

JAHRGANG 1910. — HEFT VI BIS X.

ZWEITER HALBBAND.

(MIT 3 DOPPELTAFELN, 12 TAFELN UND 25 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1910.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

HUNDERTNEUNZEHNTER BAND.

WIEN, 1910.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.



INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. VI. HEFT.

JAHRGANG 1910. — JUNI.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 3 TAFELN UND 9 TEXTFIGUREN.)





WIEN, 1910.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT

des 6. Heftes, Juni 1910, des CXIX. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Preis des ganzen Heftes: 5 K 50 h — 5 M 50 pf.

SITZUNGSBERICHTE

DER

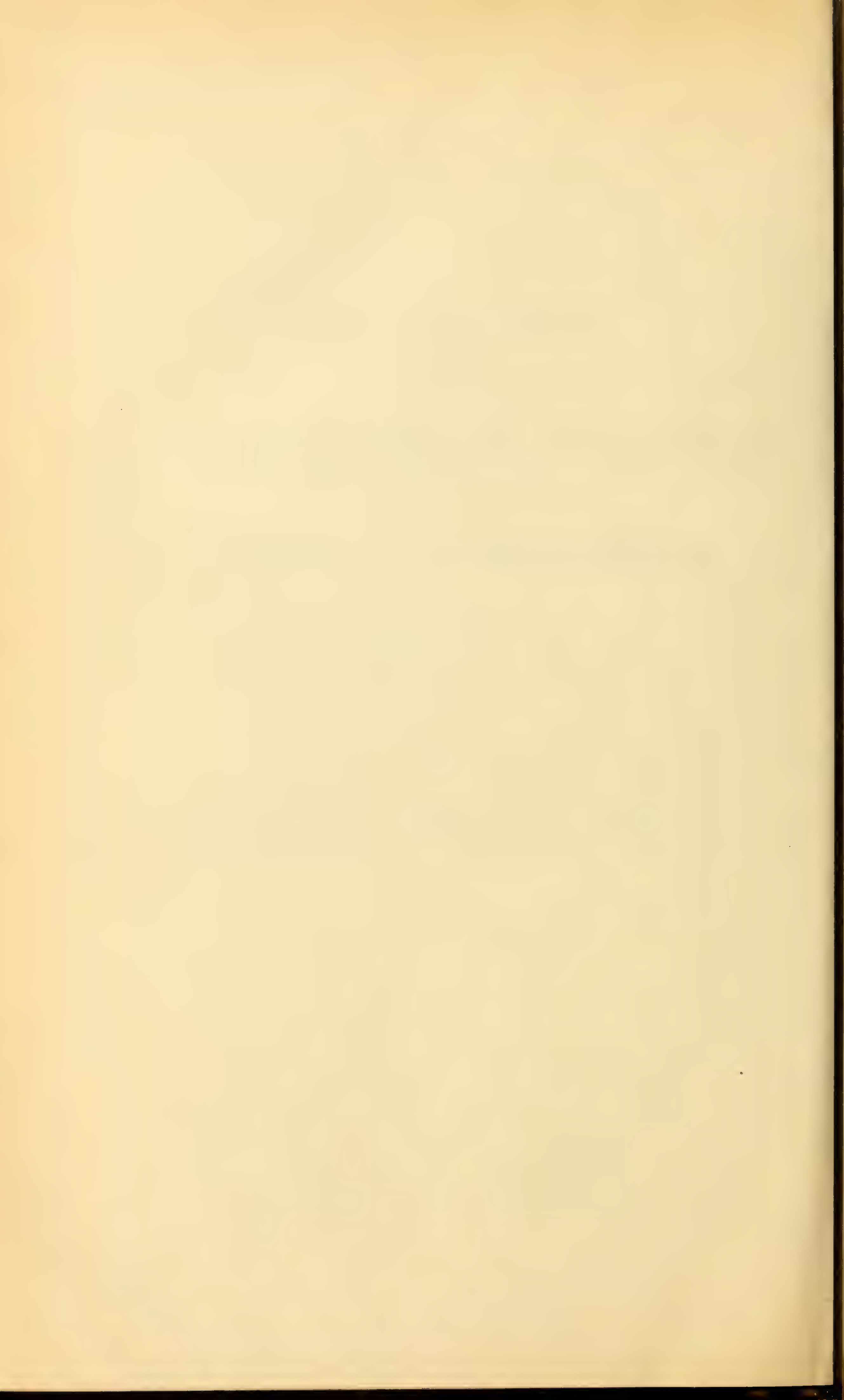
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. VI. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.



Ergebnisse der mit Subvention aus der Erbschaft Treitl unternommenen zoologischen Forschungsreise Dr. Franz Werner's nach dem ägyptischen Sudan und Nord-Uganda.

XV. Beiträge zur Kenntnis der Mikrofauna des Nils

von

Dr. E. v. Daday,
o. Professor der Zoologie am Polytechnikum in Budapest.

(Mit 3 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. April 1910.)

I. Süßwassermikrofauna Ägyptens.

Dr. F. Werner, Privatdozent der Zoologie an der Universität zu Wien, hat im Juli und August 1904 aus dem Nil und aus den benachbarten Teichen und Tümpeln desselben 13 Gläser Planktonmaterial gesammelt und ersuchte mich um die wissenschaftliche Bearbeitung dieses Materials.

Bevor ich zur Beschreibung der durch mich beobachteten Tierarten, beziehungsweise zu deren Aufzählung schreite, will ich noch bemerken, daß der größte Teil des Materials (neun Fläschchen von 13) aus dem Nil und nur vier von den anderen Fundorten stammen.

Die einzelnen Fundorte und Daten des Sammelns sind folgende:

1. Elefantine, 29. Juli 1904.
2. Oberhalb Abu-Simbul, 2. August 1904.
3. Unterhalb Wadi Halfa, 2. August 1904.
4. Unterhalb Korosko, 3. August 1904.
5. Wendekreis, 3. August 1904.
6. Edfu, 6. August 1904.

7. Luxor, 7. August 1904.

8. Krokodilteich im Zoologischen Garten Gizeh, 8. August 1904.

9. Deschna, 8. August 1904.

10. Abu-Tig, 9. August 1904.

11. Tümpel im Zoologischen Garten Gizeh, 16. August 1904.

12. Kleiner Brackwassertümpel zwischen dem Maryutsee und dem Mittelmeere, 19. August 1904.

13. Großer Brackwassertümpel zwischen dem Mittelmeer und dem Maryutsee, 19. August 1904.

Das ganze mir zur Verfügung gestellte Material war in äußerst starkem Formol konserviert, demzufolge hauptsächlich der Zustand der Ostracoden zu wünschen übrig läßt.

Zur allgemeinen Orientierung betreffs der Fundorte des Planktonmaterials will ich hierorts in Kürze bemerken, daß sämtliches aus dem Nilstrome selbst stammende Material an Arten äußerst arm ist,[1] indem ich darin nur Bruchstücke der Schalen von *Bosmina longirostris* (O. F. M.) fand. Die Teiche des Zoologischen Gartens von Gizeh wie auch die zwischen dem Mittelmeer und dem Maryutsee liegenden Brackwassertümpel zeigen sich an Arten reicher und verschiedener. In dem Material der letztgenannten Fundorte habe ich folgende Tierarten beobachtet.

1. Tümpel des Zoologischen Gartens in Gizeh:

1. *Arcella vulgaris* Ehrb.
2. *Difflugia globulosa* Ehrb.
3. *Euglypha alveolata* (Ehrb.)
4. *Euglena acus* Ehrb.
5. *Euglena viridis* Ehrb.
6. *Dorylaimus filiformis* Bast.
7. *Asplanchna Brightwellii* Gosse.
8. *Monostyla lunaris* Ehrb.
9. *Cathypna luna* Ehrb.
10. *Brachionus pala* Ehrb.
11. *Polyarthra platyptera* Ehrb.
12. *Cyclops oithonoides* Sars.
13. *Cyclops macrurus* Sars.
14. *Cyclops serrulatus* Fisch.
15. *Diaptomus* sp. juv.

[1] Wohl wegen der in der Zeit, in welcher das Material gesammelt wurde, eintretenden Hochflut des Nilstromes, bei der ungeheure Mengen fein verteilter mineralischer Bestandteile das Wasser erfüllen (Werner).

16. *Moina brachiata* (O. F. M.).
17. *Diaphanosoma brachyurum* (Liev.).
18. *Stenocypris Werneri* n. sp.
19. *Cyprinotus decoratus* n. sp.
20. *Potamocypris lobata* n. sp.
21. *Cytheridea aegyptiaca* n. sp.

2. Krokodilteich des Zoologischen Gartens in Gizeh:

1. *Arcella vulgaris* Ehrb.
2. *Vorticella microstoma* Ehrb.
3. *Monostyla bulla* Gosse.
4. *Monostyla lunaris* Ehrb.
5. *Euchlanis dilatata* Ehrb.
6. *Brachionus pala* Ehrb.
7. *Triathra longiseta* Ehrb.
8. *Nauplius*-Larve.
9. *Cyclops* sp. juv.
10. *Cyclops Leuckarti* Cls.
11. *Macrothrix laticornis* (O. F. M.).
12. *Moina brachiata* (O. F. M.).
13. *Ceriodaphnia Rigaudi* Rich.
14. *Diaphanosoma brachyurum* (Liev.).
15. *Stenocypris Werneri* n. sp.
16. *Potamocypris alveolata* n. sp.

3. Brackwassertümpel zwischen dem Mittelmeer und dem Maryutsee:

1. *Cyclops aequoreus* Fisch.
2. *Acartia latisetosa* (Kricz.).
3. *Aglaiella stagnalis* n. g. n. sp.

Wenn wir die oben angeführten Daten untereinander vergleichen, finden wir, daß der Tümpel und der Teich des Zoologischen Gartens in Gizeh an Reichtum der Arten den Brackwassertümpel weit überragen. Auch sind deren Arten ausschließlich Süßwasserarten; hingegen finden wir im Brackwassertümpel neben dem auch im Süßwasser lebenden *Cyclops aequoreus* Fisch. die typische Seeart *Acartia latisetosa* (Kricz). und endlich können wir die *Aglaiella stagnalis* n. g. n. sp. als eine ausschließliche Brackwasserart betrachten.

Die im Laufe meiner Untersuchungen beobachteten sämtlichen Arten führe ich in folgender systematischer Übersicht vor.

I. Protozoa.

Klasse Sarcodina.

1. Arcella vulgaris Ehrb.

Arcella vulgaris J. Leidy, 6, p. 170, Taf. 27, 28, Fig. 1 bis 7.

Während meiner Untersuchungen habe ich diese Art nur zweimal getroffen, und zwar im Material aus dem Krokodilteich und dem Tümpel des Zoologischen Gartens zu Gizeh; aber in diesem wie in jenem nur in wenigen Exemplaren. Diese Art kann auf Grund der bisherigen Angaben als eine in der Fauna Afrikas allgemein verbreitete genannt werden und wurde auch aus Ägypten schon durch L. Schmarda verzeichnet.

2. Centropyxis aculeata (Ehrb.).

Centropyxis aculeata J. Leidy, 6, p. 180, Taf. 30, Fig. 20 bis 34; Taf. 31, 32, Fig. 29 bis 37.

Eine aus Ägyptens Mikrofauna bisher unbekannte Art, welche ich in dem aus dem Nil unter dem Wendekreise gesammelten Material fand. Die vorhandenen Exemplare gehörten alle der Varietät *ecornis* an.

3. Difflugia globulosa Ehrb.

Difflugia globulosa J. Leidy, 6, p. 96, Taf. 15, Fig. 25 bis 31; Taf. 16, Fig. 1 bis 34.

Gehört zu jenen Arten, die aus Afrika nur in neuerer Zeit bekannt geworden sind und welche aus Ägypten noch durch niemand verzeichnet wurden. Im Laufe meiner Untersuchungen fand ich dieselbe im Materiale der folgenden zwei Fundorte: Nil oberhalb Abu-Simbul und Tümpel im Zoologischen Garten zu Gizeh; in beiden nur mit wenigen Exemplaren vertreten. Die Gehäuse aus dem ersteren Fundorte waren alle leer.

4. Difflugia urceolata Ehrb.

Difflugia urceolata J. Leidy, 6, p. 106, Taf. 14, 16, Fig. 33, 34; Taf. 19, Fig. 28 bis 29.

Diese Art, welche aus Ägypten bis jetzt unbekannt war und aus ganz Afrika nur aus Deutsch-Ostafrika verzeichnet

wurde, fand ich zwischen dem im Nil unter dem Wendekreise gesammelten Material; doch auch hier nicht sehr häufig.

5. **Euglypha alveolata** Ehrb.

Euglypha alveolata J. Leidy, 6, p. 207, Taf. 35, Fig. 1 bis 18.

Obwohl diese Art aus der Mikrofauna Afrikas infolge der Aufzeichnungen Th. Barrois' und Fr. Schaudinn's bekannt war, wurde sie aus Ägypten bis jetzt noch nicht angeführt. Selbe Art fand ich, zwar nicht häufig, in dem Planktonmaterial aus dem Tümpel des Zoologischen Gartens zu Gizeh.

Klasse Mastigophora.

6. **Euglena acus** Ehrb.

Euglena acus S. Kent, 5, p. 383, Taf. 20, Fig. 24, 25.

Aus Ägypten schon seit langer Zeit, und zwar nach den Mitteilungen L. Schmarda's (1854) bekannt. Ich fand sie nur in dem aus dem Süßwassertümpel des Gizeher Zoologischen Gartens herrührenden Material.

7. **Euglena viridis** Ehrb.

Euglena viridis S. Kent, 5, p. 381, Taf. 20, Fig. 29 bis 51.

Der früheren Art ähnlich; auch von L. Schmarda aus Ägypten verzeichnet. Von mir wurde sie in Gesellschaft der obigen Art im selben Material gefunden.

Klasse Infusoria.

8. **Vorticella microstoma** Ehrb.

Vorticella microstoma S. Kent, 5, p. 683, Taf. 35, Fig. 9 bis 24; Taf. 49, Fig. 27.

Diese Art scheint in Afrika gemein zu sein und erfreut sich einer großen Verbreitung. Sie wurde aus Algier von E. Maupas und aus Ägypten von L. Schmarda verzeichnet. Ich habe sie nur im Planktonmaterial des Krokodilteiches im Zoologischen Garten zu Gizeh angetroffen, und zwar in auffallend großen Kolonien, welche häufig genug vorkommen.

II. Vermes.

Klasse Nemathelminthes.

9. Dorylaimus filiformis Bast.

Dorylaimus filiformis J. G. de Man, 9, p. 173, Taf. 28, Fig. 117.

Aus Afrika und daher aus Ägypten noch unbekannte Art, welche ich während meiner Untersuchungen nur in dem aus dem Tümpel des Zoologischen Gartens zu Gizeh herstammenden Planktonmaterial vorfand, und zwar ziemlich häufig.

Klasse Rotatoria.

10. Asplanchna Brightwellii Gosse.

Asplanchna Brightwellii Hudson-Gosse, 4, p. 122, Taf. 12, Fig. 1.

Diese Art war aus Afrika bisher unbekannt, doch ist es nicht ausgeschlossen, daß die durch A. Collin angeführte »*Asplanchna* sp.« ihr angehört (1). Im Laufe meiner Untersuchungen habe ich diese Art nur in einigen Exemplaren einzig im Planktonmaterial des Tümpels des Zoologischen Gartens zu Gizeh gefunden.

11. Monostyla bulla Gosse.

Monostyla bulla Hudson-Gosse, 4, p. 99, Taf. 25, Fig. 4.

Gehört zu den aus Afrika schon bekannten Arten. Ch. F. Rousselet verzeichnete sie aus der Kapkolonie und aus Rhodesia. Aus Ägypten wurde sie noch nicht verzeichnet. Im Planktonmaterial des Krokodilteiches des Zoologischen Gartens zu Gizeh fand ich diese Art ziemlich häufig.

12. Monostyla lunaris Ehrb.

Monostyla lunaris Hudson-Gosse, 4, p. 98, Taf. 25, Fig. 2.

Diese Art ist etwas weiter verbreitet wie die vorherige, denn außer der Kapkolonie und Rhodesia finden wir sie auch von den Azoren verzeichnet. Zeigt sich auch häufiger in Ägypten als die vorhergehende Art, da ich sie während meiner

Untersuchungen in Materialien folgender Fundorte vorfand, und zwar: Krokodilteich des Zoologischen Gartens zu Gizeh, Tümpel ebendort.

13. **Cathypna luna** Ehrb.

Cathypna luna Hudson-Gosse, 4, p. 94, Taf. 24, Fig. 4.

Trotzdem diese Art in Südafrika als eine gewöhnliche erscheint, wurde sie aus Ägypten noch nicht verzeichnet und ich fand sie nur im Planktonmaterial aus dem Tümpel des Zoologischen Gartens zu Gizeh, doch nicht häufig.

14. **Euchlanis dilatata** Ehrb.

Euchlanis dilatata Hudson-Gosse, 4, p. 90, Taf. 23, Fig. 5.

Von Afrika war diese Art nur aus Natal bekannt, trotzdem sie zu den Kosmopoliten gehört. Bei meinen Untersuchungen verzeichnete ich diese Art nur im Planktonmaterial des Krokodilteiches des Zoologischen Gartens zu Gizeh.

15. **Brachionus pala** Ehrb.

Brachionus pala Hudson-Gosse, 4, p. 117, Taf. 27, Fig. 3; Taf. 28, Fig. 3, 4.

Schon L. Schmarda verzeichnete diese Art aus Afrika. Ich fand sie in dem vom Krokodilteich und vom Tümpel des Zoologischen Gartens zu Gizeh herrührenden Material. Unter den untersuchten Exemplaren fanden sich solche, die am Panzer die hinteren Dornfortsätze besaßen, welche immer auffallend kurz sind, und auch solche, von deren Panzer die hinteren Dornfortsätze gänzlich fehlten.

16. **Triarthra longiseta** Ehrb.

Triarthra longiseta Hudson-Gosse, 4, p. 6, Taf. 13, Fig. 6.

Es scheint, daß diese Art sich in Afrika einer allgemeinen Verbreitung erfreut. Sie ist bisher aus den Azoren, aus Natal, Orange River Colony und aus Rhodesia verzeichnet. L. Schmarda erwähnt sie aus Fundorten in Ägypten. In der Reihe meiner Untersuchungen fand ich diese Art nur im Planktonmaterial des Krokodilteiches im Zoologischen Garten zu Gizeh.

17. Polyarthra platyptera Ehrb.

Polyarthra platyptera Hudson-Gosse, 4, p. 3, Taf. 13, Fig. 5.

Betreffs der Verbreitung in Afrika stimmt diese Art mit der vorhergehenden überein und ist aus Ägypten schon durch L. Schmarda verzeichnet worden. Während meiner Untersuchungen kam diese Art nur in etlichen Exemplaren vor und nur dem Planktonmaterial des Tümpels des Zoologischen Gartens zu Gizeh entstammend.

III. Arthropoda.

Klasse Crustacea.

Ordnung Copepoda.

18. Cyclops Leuckarti Cls.

Cyclops Leuckarti O. Schmeil, 17, p. 57, Taf. 3, Fig. 1 bis 8.

In der Mikrofauna Afrikas als gemeine Art bezeichenbar, welche durch die Untersuchungen S. Eckmann's aus ägyptischen Fundorten bekannt war. Ich habe sie im Planktonmaterial des Krokodilteiches vom Zoologischen Garten zu Gizeh gefunden, doch nicht häufig.

19. Cyclops oithonoides Sars.

Cyclops oithonoides O. Schmeil, 17, p. 64, Taf. 4, Fig. 6 bis 11.

Bezüglich der Verbreitung in Afrika überragt diese Art die vorhergehende und ist auch aus ägyptischen Fundorten von S. Eckmann verzeichnet worden. Ich fand sie im Material aus dem Tümpel des Zoologischen Gartens zu Gizeh, wo sie in ziemlichen Massen vorkam.

20. Cyclops macrurus Sars.

Cyclops macrurus O. Schmeil, 17, p. 146, Taf. 5, Fig. 15 bis 17.

Diese Art war bis jetzt nur aus Algier bekannt. Einige Exemplare fand ich im Planktonmaterial aus dem Tümpel des Zoologischen Gartens zu Gizeh.

21. Cyclops serrulatus Fisch.

Cyclops serrulatus O. Schmeil, 17, p. 141, Taf. 5, Fig. 6 bis 14.

Nach Angaben der Literatur ist diese Art in ganz Afrika verbreitet und von ägyptischen Fundorten wurde sie schon durch S. Eckmann verzeichnet. Im Laufe meiner Untersuchungen fand ich diese Art nur im Planktonmaterial vom Tümpel des Zoologischen Gartens zu Gizeh, in welchem sie aber selten war.

22. Cyclops aequoreus Fisch.

Cyclops aequoreus W. Lilljeborg, 8, p. 102, Taf. 6, Fig. 17 bis 19.

Diese für das Brackwasser charakteristische Art war zuerst aus Ägypten (S. Fischer) und dann aus Europa bekannt. Bei meinen Untersuchungen fand ich diese Art in dem in einem zwischen dem Mittelmeer und dem Maryutsee liegenden Brackwassertümpel gesammelten Planktonmaterial.

Will noch hierorts bemerken, daß ich im Planktonmaterial des Krokodilteiches zu Gizeh sehr viele *Nauplius*-Larven und im *Cyclops*-Stadium befindliche Entwicklungsformen beobachtete, doch zu welcher Art diese gehörten, konnte ich nicht feststellen.

23. Diaptomus sp.?

Im Laufe meiner Untersuchungen fand ich in dem aus dem Tümpel des Zoologischen Gartens zu Gizeh herrührenden Planktonmaterial auch zwei junge *Diaptomus*-Weibchen, doch konnte ich deren Art eben ihrer Jugend wegen nicht feststellen.

24. Acartia latisetosa (Kriczagin).

Acartia verrucosa W. Giesbrecht, 3, p. 507, Taf. 30, Fig. 3, 18, 33; Taf. 43, Fig. 20 bis 22.

Diese Art war bisher nur aus dem Mittelmeer und aus dem Schwarzen Meere bekannt. Bei meinen Untersuchungen fand ich diese Art in dem Planktonmaterial aus dem zwischen dem Mittelmeer und dem Maryutsee liegenden Brackwassertümpel. Die vorgefundenen Exemplare (Männchen und Weibchen) stimmten mit den durch Giesbrecht beschriebenen vollkommen überein.

Ordnung **Phyllopoda.**

Subordnung **Cladocera.**

25. Macrothrix laticornis (O. F. M.).

Macrothrix laticornis W. Lilljeborg, 7, p. 338, Taf. 54, Fig. 6 bis 13.

Aus Afrika seit 1899 bekannt, wurde sie durch S. Eckmann aus Ägypten im Jahre 1901 verzeichnet. Ich beobachtete diese Art nur in dem aus dem Krokodilteiche des Gizeher Zoologischen Gartens herrührenden Planktonmaterial, in welchem sie ziemlich häufig vorkam.

26. Bosmina longirostris (O. F. M.).

Bosmina longirostris W. Lilljeborg, 7, p. 335, Taf. 32, Fig. 23.

Schon zwei Forscher, nämlich J. Richard und S. Eckmann, verzeichneten diese Art aus Ägypten. Bei meinen Untersuchungen fand ich sie im Material folgender Fundorte: Nil, bei Luxor; Nil, oberhalb Abu-Simbul; Nil, unterhalb Korosko; Nil, unter dem Wendekreise; Nil, bei Elefantine; Nil, unterhalb Wadi Halfa; Nil, bei Deschna und Edfu. In sämtlichem Material fand ich nur Bruchteile der Schale.

27. Moina brachiata (O. F. M.).

Diese Art war bisher aus Ägypten unbekannt, doch konnte ich sie im Material dreier Fundorte beobachten. Diese Fundorte sind: der Krokodilteich und ein Tümpel im Zoologischen Garten zu Gizeh. Im ersteren fand ich nur einige beschädigte, im letzteren mehrere komplette Exemplare. Doch kam diese Art auch im Planktonmaterial vom Nil bei Elefantine vor.

28. Ceriodaphnia Rigaudi Rich.

Ceriodaphnia Rigaudi S. Eckmann, 2, p. 5, Fig. 4.

Eine allgemein verbreitete Art, welche aus Ägypten schon S. Eckmann verzeichnete. Im Laufe meiner Untersuchungen habe ich sie nur im Material aus dem Tümpel des Gizeher Zoologischen Gartens, doch in großer Menge, vorgefunden.

29. **Diaphanosoma brachyurum** (Liev.).

Diaphanosoma brachyurum J. Richard, 12, p. 354, Taf. 16, Fig. 3, 6, 14, 18, 19.

Diese Art hat im Jahre 1894 J. Richard aus Ägypten verzeichnet. Im Planktonmaterial des Krokodilteiches und des Tümpels des Zoologischen Gartens zu Gizeh kam diese Art in Menge vor und kann somit als gewöhnlich bezeichnet werden.

Ordnung **Ostracoda.**

30. **Stenocypris Werneri** n. sp.

Tab. 1, Fig. 1 bis 4.

Die Schalen sind, von der Seite gesehen, gestreckt, schmal nierenförmig und von gleicher Struktur (Taf. I, Fig. 1). Der Vorderrand ist höher als der Hinterrand, stumpfer und gleichmäßiger gerundet, geht in den Rückenrand steiler als in den Bauchrand über und bildet keine Winkel. Der Rückenrand ist kaum gebogen, fast gerade, nach hinten etwas gehoben und bildet daher mit dem Hinterrande einen stumpf abgerundeten, kaum bemerkbaren Winkel. Der Hinterrand ist viel niedriger als der Vorderrand und ist auch viel spitzer gerundet, der dem Rückenrande zu steigende Teil ist abschüssig, der dem Bauchrande zu sich senkende ist schwach gebogen. Der Bauchrand ist der Mitte zu etwas vertieft, vor der Vertiefung fast gerade, hinter der Vertiefung kaum bemerkbar bogig (Taf. 1, Fig. 1). Die Schalenränder haben keinen Porenkanalgürtel.

Die Schalen sind, von oben oder von unten gesehen, kahnförmig, in der Mitte am breitesten, vorn mehr zugespitzt als hinten (Taf. 1, Fig. 2).

Die Schalenwandung erscheint gleichförmig, spärlich beborstet; die Borsten sind kurz. Die Muskeleindrücke konnte ich an den in starkem Formol konservierten Exemplaren nicht genau beobachten.

Das erste und zweite Antennenpaar, die Mandibel und die Maxille, wie auch die Maxillarfüße weisen keinen auffallenderen bemerkenswerten Unterschied von denen der übrigen Arten des Genus auf. Die Ränder des Basalgliedes des ersten Fußpaares

tragen Randborstenbündel, die Endkrallen sind kräftig. Das zweite Fußpaar gleicht denen der anderen Arten dieses Genus.

Der rechte Furcalanhang (Taf. 1, Fig. 3) ist säbelförmig, mit Ausnahme des Basalendes in der ganzen Länge gleich breit. Der Hinterrand hat keine Seitenborsten, sondern ist von der Proximalhälfte an mit Dornen, die nach oben zu allmählich kleiner und schwächer werden, bewaffnet. Die Seitenkralle ist etwas länger als die Hälfte der Endkralle, sichelförmig, schwach gekrümmt und gezähnt. Die Endkralle ist nicht länger als ein Drittel des Furcalanhanges, sichelförmig und gezahnt. Die Endborste ist nur etwas kürzer als die Endkralle (Taf. 1, Fig. 3).

Der linke Furcalanhang (Taf. 1, Fig. 4) ist gerade, verschmälert sich von dem Proximalende bis zur Mitte merklich und ist von der Mitte an bis zum Distalende gleich schmal; im Distalviertel des Hinter-, beziehungsweise Rückenrandes erheben sich regelmäßig abnehmende Börstchen; Seitenborste fehlt auch hier. Die Seitenkralle ist fast gerade, kürzer als die Hälfte der Endkralle und gezähnt. Die Endkralle ist fast so lang wie die Hälfte des Furcalanhanges; beinahe gerade, ziemlich stark gezähnt. Die Endborste ist um ein Viertel kürzer als die Endkralle (Taf. 1, Fig. 4).

Länge der Schale 1·4 *mm*, größte Höhe 0·55 *mm*, größter Durchmesser 0·45 *mm*.

Fundorte: Krokodilteich im Zoologischen Garten zu Gizeh; Tümpel daselbst. Vom ersteren Fundorte mehrere, vom letzteren nur zwei Exemplare.

Diese Art, welche ich zu Ehren des Herrn Dr. F. Werner benannt habe, erinnert in der Form ihrer Schalen an *Stenocypris fasciata* (O. F. M.) und *Stenocypris Malcomsoni* (Brady), doch bezüglich des Mangels der Porenkanäle unterscheidet sie sich von beiden wesentlich.

31. **Cyprinotus decoratus** n. sp.

Taf. 1, Fig. 5 bis 11.

Die Schalen sind, von der Seite gesehen, kurz nierenförmig, doch in der Gestalt wie in der Struktur verschieden (Taf. 1, Fig. 5, 6).

Der Vorderrand der rechten Schale ist niedriger als der Hinterrand, gleichmäßig gerundet und geht fast gleichförmig in den Rücken- und Bauchrand über; er hat einen deutlich entwickelten Porenkanalgürtel. Die Porenkanäle sind gerade, unverzweigt; an den Porenkanalgürtel schließt sich ein Cuticularsaum an (Taf. 1, Fig. 5), welcher aber nicht in gerader Linie nach vorn, sondern nach vorn und einwärts gerichtet ist, sozusagen die Vorderspitze der linken Schale deckt, was am besten in der Dorsalansicht beider Schalen ersichtlich ist (Taf. 1, Fig. 11). Der Rückenrand senkt sich in der Gegend der Augen und ober den Augen in gerader Linie abschüssig gegen den Vorderrand, hinter den Augen stumpf bogig, die Schalenwand überragt etwas den eigentlichen Rückenrand (Taf. 1, Fig. 5). Der Hinterrand ist sichtbar höher als der Vorderrand und sieht etwas spitzer gerundet aus. Der Porenkanalgürtel ist schwächer entwickelt, der Cuticularsaum breiter als der des Vorderrandes. Der Hinterrand geht gleichmäßig in den Rücken- und Bauchrand über, ohne einen bemerkbaren Winkel zu bilden. Der Cuticularsaum senkt sich auch auf den Hinterteil des Bauchrandes geradeso wie der des Vorderrandes auf den Vorderteil des Bauchrandes. Der Bauchrand ist in der Mitte schwach vertieft, vor und hinter der Vertiefung etwas bogig; Porenkanäle sind nicht vorhanden.

Der Vorderrand der linken Schale ist nur etwas niedriger als der Hinterrand (Taf. 1, Fig. 6), gleichmäßig und ziemlich spitzbogig und bildet mit dem Rückenrand einen kaum bemerkbaren Winkel, hingegen geht er unmerklich in den Bauchrand über; Porenkanäle sind nicht vorhanden, doch ist der Cuticularsaum gut entwickelt, wenn auch nicht so breit als bei der rechten Schale. Aus der Basis des Cuticularsaumes ragt eine Reihe nach vorwärts gerichteter Zähnchen hervor, welche am längsten in der Mitte des Saumes sind und dem Rücken- und Bauchrande zu allmählich kürzer werden (Taf. 1, Fig. 6). In der vorderen Hälfte erhebt sich der Rückenrand abschüssig, in der hinteren Hälfte fällt er stumpfbogig ab und geht ohne bemerkbare Grenze in den Hinterrand über. Die Schalenwand erhebt sich minimal über den eigentlichen Rand. Der Hinterrand ist etwas höher als der Vorderrand, gleichmäßig stumpfbogig und geht

gleichmäßig in den Rücken- und Bauchrand über, hat keine Porenkanäle, der Cuticularsaum ist gut entwickelt, doch ragt dieser nicht so hoch empor wie jener des Vorderrandes; an der Basis desselben ragen durchsichtige, nach oben und unten sukzessive abnehmende Zähnchen empor, jenen an der Vorderwand ähnlich (Taf. 1, Fig. 6). In der Mitte ist der Bauchrand etwas vertieft, ohne Porenkanäle.

Die Schalen sind, von oben oder unten gesehen, schmal eiförmig, in der Gegend der Mitte am breitesten, hinten gleichmäßig gerundet und stumpfer als vorn (Taf. 1, Fig. 11). Die Seitenränder sind an der Vorderspitze etwas vertieft; die Vorderspitze ist zwar gerundet, aber nicht regelmäßig; während die Spitze der kürzeren linken Schale gerundet ist, scheint hingegen die der rechten Schale infolge des breiten Cuticularsaumes spitzig (Taf. 1, Fig. 11).

Die Länge der Schalen beträgt 1·18 *mm*, die größte Höhe 0·71 *mm*, der größte Durchmesser 0·5 *mm*.

Die Schalenwandung ist feinkörnig, doch finden wir unregelmäßig zerstreute ei- oder kreisförmige, größere, glatte Felderchen (Taf. 1, Fig. 10), welche zur Bezeichnung der Art Gelegenheit boten, außerdem ist die Oberfläche der Schalen spärlich beborstet; die Borsten sind kurz. Die Zahl der Muskeleindrücke und deren Gruppierung konnte ich nicht beobachten.

Die Antennen und die Mandibeln stimmen mit den der übrigen Arten des Genus überein.

Das letzte Glied des Palpus maxillaris ist so lang als breit, doch an der Basis etwas schmäler; am Distalrand ragen drei starke Dornen empor (Taf. 1, Fig. 8). Die zwei starken Dornen des ersten Maxillarkaufortsatzes sind ungezähnt, glatt.

Der Kiemenanhang des Maxillarfußes ist mit sechs Borsten bewaffnet.

Am hinteren Rande des Proximalgliedes des ersten Fußpaares erheben sich feine, lange Borstenbündel (Taf. 1, Fig. 7). Ein charakteristisches Merkmal dieser Art ist eine längere und eine kürzere Borste, welche am Distalende des vorletzten Gliedes emporragen. An dem vorderen Rande der zwei vorletzten Glieder finden sich feine, lange Borstenbündel. Die

sichelförmig schwach gekrümmte Endkralle ist fast so lange wie die vier Glieder des Fußes zusammen.

Die Struktur des zweiten Fußpaares gleicht jener der übrigen Arten des Genus.

Die Furcalanhänge sind gleich, in der Proximalhälfte auffallend gekrümmt, im Proximaldrittel breiter als sonst, beziehungsweise von deren Biegung angefangen bis zum Distalende fast gleich schmal (Taf. 1, Fig. 9); der hintere Rand ist glatt. Die Seitenrandborste zieht sich in die Nähe des Distalendes des Furcalanhanges, unweit von der Seitenkralle, und ist länger als diese. Die Seitenkralle ist kaum länger als ein Drittel der Endkralle, gleicht mehr einer Borste und liegt in der Mitte zwischen der Seitenborste und der Endkralle. Die Endkralle ist gut entwickelt, sichelförmig gebogen, glatt, verhältnismäßig dünn, nicht ganz halb so lang wie die Furcalanhänge. Die Endborste ist fein, fast so lang wie die Seitenborste (Taf. 1, Fig. 9).

Fundort: Tümpel im Zoologischen Garten zu Gizeh, von wo zwei Weibchen zur Untersuchung gelangten.

Die Form der Schale dieser Art erinnert an *Cyprinotus dentatomarginatus* (Baird); doch weicht die Art in der Struktur der Schalen von den übrigen Arten des Genus ab. Besonders charakteristisch ist für diese Art die Struktur der Schalenwandung wie auch die Struktur des Vorderrandes an der rechten und die des Vorder- und Hinterrandes an der linken Schale.

32. **Potamocypris lobata** n. sp.

Taf. 1, Fig. 13 bis 27.

Weibchen. Taf. 1, Fig. 12 bis 14, 17 bis 24.

Die Schalen sind im allgemeinen einigermaßen nierenförmig, doch in ihrer Struktur verschiedenartig.

Der Vorderrand der rechten Schale ist etwas höher als der Hinterrand (Taf. 1, Fig. 13), stumpf und gleichmäßig abgerundet und geht unmerklich in den Bauch und Rückenrand über, der Porenkanalgürtel ist gut entwickelt; die Porenkanäle sind gerade, unverzweigt (Taf. 1, Fig. 17); der Cuticularsaum

ist sehr schmal, kaum bemerkbar. Der Rückenrand ist gleichmäßig stumpfbogig und geht in den Hinterrand abschüssiger über als in den Vorderrand. Der Hinterrand ist etwas niedriger als der Vorderrand, spitzer und gleichmäßiger gerundet, geht unmerkbar in den Bauchrand über. In der Mitte ist der Bauchrand etwas breit vertieft. Der Hinterrand hat weder einen Porenkanalgürtel noch einen Cuticularsaum.

Der Vorderrand der linken Schale ist viel höher als der Hinterrand, breit und stumpf gerundet, steigt gegen den Rückenrand schräg auf, bildet einen stumpfbogigen Winkel mit dem Bauchrand (Taf. 1, Fig. 14); der Porenkanalgürtel ist auffallend breit, die einzelnen Porenkanäle sind gerade, nicht verzweigt, münden an der Grenze des Cuticularsaumes in je ein kleines Kügelchen, wovon je eine Borste ausgeht (Taf. 1, Fig. 18). Der Cuticularsaum ist zwar schmal, doch breiter als jener der rechten Schale. An der inneren Grenze des Porenkanalgürtels sind auch Borsten. Der Rückenrand ist gleichmäßig stumpfbogig und geht in den Hinterrand unmerklich über. Der Hinterrand senkt sich abschüssig unter die Mittellinie, dann wird er spitz gerundet und geht in den Bauchrand ohne merkbare Grenze über, trägt einen ziemlich breiten Porenkanalgürtel und Cuticularsaum, welche miteinander einen Lappen bilden, da diese sich nur auf dem spitz abgerundeten Teil und am Ende des Bauchrandes befinden (Taf. 1, Fig. 14). Die Porenkanäle sind gerade, unverzweigt und enden an der Grenze des Cuticularsaumes in kleinen Kügelchen (Taf. 1, Fig. 19); im allgemeinen stimmen sie mit dem des Vorderrandes überein. Der Cuticularsaum ist fast so breit wie jener am Vorderrande. Der Bauchrand ist in seinem ganzen Verlaufe beinahe gerade, doch bei der Berührung mit dem Vorderrande bildet er gewissermaßen einen Lappen; Porenkanäle sind nur auf dem hinteren Teile vorzufinden.

Die Schalen sind, von oben oder von unten gesehen, kahnförmig (Taf. 1, Fig. 12), in der Mitte am breitesten, beide Enden spitz, das vordere etwas schmäler; die linke Schale überragt vorn und hinten etwas die rechte.

Länge der Schalen 0·43 bis 0·47 *mm*, größte Höhe 0·2 bis 0·23 *mm*, größter Durchmesser 0·15 *mm*.

Die Schalenwand ist fein punktiert, schwach beborstet; die Borsten stehen unregelmäßig. Die Muskeleindrücke konnte ich nicht beobachten.

Die zwei vorletzten Glieder des zweiten Antennenpaares sind verschmolzen, die distale äußere Ecke ist verlängert und bildet einen Höcker, auf welchem eine breitere und zwei schmälere gezähnte Krallen und an deren Basis eine lange Borste sitzt (Taf. 1, Fig. 20). Das letzte Glied ist gut entwickelt, doppelt so lang als breit und trägt an seinem distalen Ende eine gezähnte Kralle, eine starke und eine schwache Borste. Das Ruderborstenbündel überragt um vieles die Endkrallen. Das letzte Glied des Maxillartasters ist kurz und dessen Distalrand so breit wie die ganze Länge am Basalende nur fast zur Hälfte; am freien Rande erheben sich vier starke lanzettförmige, kurze Dornen und einige feine Borsten (Taf. 1, Fig. 24). Die zwei starken Dornen des ersten Maxillarkaufortsatzes sind glatt. Den Branchialanhang der Maxillarfüße vertreten zwei Borsten.

Das Proximalglied des ersten Fußpaares ist allein so lang als die übrigen insgesamt (Taf. 1, Fig. 21). Die Endkralle ist sichelförmig gebogen, stark gezähnt, etwas länger als die vorhergehenden drei Fußglieder zusammen; an der Basis desselben entspringt eine auffallend lange Borste.

Am letzten Gliede des zweiten Fußpaares ist die kurze Seitenkralle und die starke, lange Endkralle vorhanden (Taf. 1, Fig. 22).

Die Furcalanhänge zeigen die der Gattung eigene Struktur, bestehen aus breiten basalen und geißelförmigen apikalen Teilen, an deren Grenze sich eine kleine Borste erhebt (Taf. 1, Fig. 23).

Männchen, Taf. 1, Fig. 15, 25 bis 27.

Die rechte Schale ist in jeder Beziehung der rechten Schale des Weibchens ähnlich. Der Vorderrand der linken Schale ist etwas höher als der Hinterrand und bezüglich der Struktur stimmt er mit jenem überein. Der Rückenrand ist steiler bogig als jener des Weibchens und geht in den Hinterrand abschüssiger über (Taf. 1, Fig. 15). Der Hinterrand ist

spitzer gerundet als der Vorderrand und breiter als jener des Weibchens, doch sind Porenkanalgürtel und Cuticularsaum schmäler. Der Bauchrand gleicht jenem der linken Schale des Weibchens.

Von unten oder von oben betrachtet, zeigen die Schalen des Männchens dieselbe Form wie die weiblichen Schalen. Die Länge beträgt 0·43 *mm*, die größte Höhe 0·22 *mm*. Die Struktur der Schalenwände ist mit jener des Weibchens vollkommen gleich.

Das zweite Antennenpaar, die Mandibel und Maxille, ferner das erste und zweite Fußpaar, endlich die Furcalanhänge gleichen jenen des Weibchens.

Der Taster des rechten Maxillarfußes (Taf. 1, Fig. 25) ist gerade und in ein säulenförmiges basales und ein schmales sichelförmiges apikales Glied geteilt. Nahe dem distalen Vorderende des Basalgliedes sitzen zwei kleine Stacheln. Die Basis des apikalen Gliedes ist gedunsen, sonst gleichförmig dick.

Der Taster des linken Maxillarfußes (Taf. 1, Fig. 26) teilt sich ebenfalls in ein säulenähnliches basales und in ein schmales, sichelförmiges, apikales Glied, doch sind beide stärker als jene des rechten Tasters; auch ist das apikale Glied nicht so regelmäßig und erhebt sich nicht so bedeutend.

Die Hoden sind nur in den hinteren Teilen der Schalen und weichen daher in ihrer Lage von den anderen Arten des Genus ab.

Der Ductus ejaculatorius ist typisch entwickelt, der Zentralkanal an der rechten Seite ist mit elf, jener an der linken Seite mit zehn Dornenkränzen unterstützt, nicht hinzugerechnet die an der Spitze sitzenden Dornenkränze (Taf. 1, Fig. 16).

Das Kopulationsorgan ist im ganzen schinkenförmig (Taf. 1, Fig. 27), der Nebenteil ähnelt einem Stiefel, der Vorderrand ist bogig hohl und im hinteren, größeren Teil erhaben, in der Nähe des unteren Endes stark eingeschnitten. Das Vas deferens bildet mehrere Schlingen.

Fundort: Ein Tümpel des Gizeher Zoologischen Gartens, von wo neun Weibchen und zwei Männchen zur Untersuchung gelangten.

Diese Art, welche ich in Anbetracht der Struktur des Hinterrandes der linken Schale benannt habe, unterscheidet sich von den übrigen Arten des Genus außer der Struktur der Schalen durch die Lage der Hoden wie auch durch die Anzahl der Dornkränze des Ductus ejaculatorius und die Form des Kopulationsorgans.

33. **Potamocypris alveolata** n. sp.

Taf. 2, Fig. 1 bis 10.

Beide Schalen sind beinahe ganz gleichförmig und von gleicher Struktur, von der Seite gesehen, fast nierenförmig (Taf. 2, Fig. 1). Der Vorderrand scheint etwas höher zu sein als der Hinterrand und geht abschüssig unmerklich in den Rückenrand über, bei der rechten Schale geht ähnlicherweise unmerklich der Vorderrand in den Bauchrand über, hingegen bildet der Cuticularsaum an der linken Schale einen Lappen (Taf. 2, Fig. 3). Der Vorderrand der rechten Schale hat weder einen Porenkanalgürtel noch einen Cuticularsaum, hingegen auf der linken Schale entwickelt sich ein merkbarer Porenkanalgürtel und ein breiter Cuticularsaum (Taf. 2, Fig. 1, 3). Die Porenkanäle sind gerade, unverzweigt. Der Rückenrand ist ziemlich hochbogig, doch bei der rechten Schale überragt die Schalenwand etwas den eigentlichen Schalenrand (Taf. 2, Fig. 1). Der Rückenrand bildet bei dem Übergang in den Hinterrand einen kleinen Winkel. Der Hinterrand ist in der oberen Hälfte abschüssig, in der unteren aber ziemlich spitzbogig; an der rechten Schale sind weder Porenkanalgürtel noch Cuticularsaum, hingegen finden wir beide an der linken Schale, doch erstreckt sich der Cuticularsaum nicht auf den Bauchrand (Taf. 2, Fig. 4). Der Bauchrand ist gerade ohne Porenkanäle.

Von oben oder unten betrachtet, zeigen die Schalen annähernd die Form einer Ellipse, die zwei Seitenränder sind bis zur Gegend des Vorder- und Hinterviertels gerade, von wo aus sie sich in gerundetem Winkel nach einwärts biegen, um die Spitzen zu bilden, von denen die vordere schärfer ist als die hintere (Taf. 2, Fig. 2). Der Cuticularsaum der linken Schale überragt die rechte auf beiden Spitzen.

Die Länge der Schalen beträgt 0·47 *mm*, die größte Höhe 0·26 *mm*, der größte Durchmesser 0·22 *mm*.

Die Schalenwandung ist fein granuliert, zerstreut beborstet, zwischen den Körnchen sind ei- oder birnförmige, glänzende Felder (Taf. 2, Fig. 5). Die auf der Schalenfläche zerstreuten Borsten sind mit Ausnahme jener, welche auf dem Vorderrande sitzen, nach hinten gerichtet (Taf. 2, Fig. 1, 2). Es gelang mir leider nicht, die Muskeleindrücke zu beobachten.

Die vorletzten zwei Glieder des zweiten Antennenpaares sind miteinander verschmolzen, ihr Distalende ist nicht erhoben, es trägt drei gleich starke, gezähnte Krallen und zwei lange Borsten; von der Endspitze des letzten Gliedes ragt eine gezähnte Kralle sowie eine starke, krallenartige und eine dünne Borste empor (Taf. 2, Fig. 6). Das Ruderborstenbündel überragt um vieles die distale Spitze der Endklauen.

Das letzte Glied des Palpus maxillaris ist breiter als lang, am distalen Ende ist es breiter als am basalen Ende und mit vier starken, kurzen, breiten Dornen bewaffnet (Taf. 2, Fig. 7). Die zwei Dornen des ersten Kaufortsatzes sind stark, glatt und ungezähnt; am Ende des dritten Kaufortsatzes sitzt zwischen den Borsten ein starker, kurzer Dorn.

An der Stelle der Branchialplatte der Maxillarfüße erheben sich zwei Borsten.

Von den Gliedern des ersten Fußpaares ist das proximale fast so lang als die drei distalen zusammen. Die Endkralle ist sichelförmig, gezähnt, nicht ganz so lang als die drei distalen Glieder insgesamt; am basalen Ende der Kralle erhebt sich eine längere, dornförmige und eine kürzere Borste (Taf. 2, Fig. 9).

Das zweite Fußpaar erinnert im ganzen an das zweite Fußpaar der übrigen Arten des Genus, doch die Endborste erreicht nicht die Länge der beiden letzten Glieder zusammengenommen (Taf. 2, Fig. 8).

Die Furcalanhänge bestehen aus einem blattförmigen, basalen und einem geißelförmigen, apikalen Teile; diese gehen allmählich ineinander über, die Grenze bezeichnet je eine Borste (Taf. 2, Fig. 10).

Fundort: Krokodilteich des Zoologischen Gartens zu Gizeh, von wo ich nur ein Weibchen bekommen habe, deren Schalen

bei der Öffnung während der Untersuchung zugrunde gegangen sind.

Diese Art, die ich in Anbetracht der Struktur der Schalenwandung benannt habe, erinnert durch die Richtung der Schalenwandungsborsten an *Potamocypris villosa* (Jur.), im übrigen aber ist sie von dieser als von den anderen Arten des Genus leicht zu unterscheiden.

Aglaiella nov. gen.

Der Vorder- und Hinterrand wie auch der Bauchrand der Schale mit Porenkanalgürtel.

Das erste Antennenpaar scheint infolge der Verschmelzung der drei proximalen Glieder aus sechs Gliedern zusammengesetzt zu sein.

Das Ruderborstenbündel des zweiten Antennenpaares ist rudimentär, das distale Ende des Riechstäbchens ist keulenförmig, auffallend gedunsen; beim Weibchen sind die zwei vorletzten Glieder verschmolzen, beim Männchen geteilt.

Der Kaufortsatz der Maxillarfüße ist schmal; der hügelförmige Branchialanhang trägt sechs Borsten am freien Rande. Die Taster der männlichen Maxillarfüße weichen voneinander ab.

Das erste Fußpaar scheint aus fünf Gliedern zusammengesetzt zu sein und trägt am Distalende eine mächtige Kralle.

Das zweite Fußpaar ist aus vier Gliedern zusammengesetzt, die zwei vorletzten sind miteinander verschmolzen. Am Ende des letzten Gliedes sitzt ein großer und ein kleinerer Dorn und in der Nähe des Endes, auf der Seite, eine lang abwärts gerichtete Borste.

Die Furcalanhänge sind gut entwickelt, doch ist die rechte Furca etwas breiter; am Hinter-, beziehungsweise Rückenrand erheben sich unweit voneinander je ein kleiner Dorn.

Die Hoden sitzen im Hinterteile der Schalen und im Vorderteile bildet auch das Vas deferens keine Schlinge.

Rings um den Zentralkanal des Ductus ejaculatorius sind nur fünf Dornenkränze entwickelt.

Dieses Genus ist den Gattungen der Familie *Aglaia* Brady (10), *Pontoparta* Vávra (18) und *Paracypris* Sars (14) ähnlich und bildet sozusagen einen Übergang von der ersten

Gattung zu den zwei letzteren. Die Gattung *Aglaiella* nov. gen. stimmt mit der *Aglaia* Brady bezüglich der Form der Schalen, der Struktur des Vorder-, Hinter- und Bauchrandes, des rudimentären Schwimmborstenbündels des zweiten Antennenpaares und der Struktur der Mandibel und der Maxille überein; doch unterscheidet sie sich in folgendem: die vorletzten zwei Glieder des zweiten Antennenpaares sind beim Männchen getrennt; die Geißel des ersten Antennenpaares teilt sich in fünf Glieder; die Taster der Maxillarfüße des Männchens sind auf beiden Seiten anders, die zwei vorletzten Glieder des zweiten Fußpaares miteinander verschmolzen, und am Hinter-, beziehungsweise Rückenrande des Furcalanhanges stehen zwei kleine Dornen. Die *Aglaiella* nov. gen. stimmt mit der *Pontoparta* Vávra bezüglich der Form der Schalen, der Struktur des zweiten Antennenpaares, der Mandibel und der Maxille, der Maxillarfüße und des Furcalanhanges überein, unterscheidet sich aber in der Struktur der Schalenränder, in der Schwäche des Ruderborstenbündels und hauptsächlich darin, daß die vorletzten zwei Glieder des zweiten Fußpaares verschmolzen sind. Endlich gleicht *Aglaiella* nov. gen. der *Paracypris* Sars. hinsichtlich der Form der Schalen, der Struktur des ersten Antennenpaares, der Mandibel und Maxille, wie auch in jener des Ductus ejaculatorius, unterscheidet sich aber in der Struktur der Schalenränder, in der Verschmelzung der zwei vorletzten Glieder des zweiten Antennenpaares, im Vorhandensein des Branchialanhanges der Maxillarfüße, in der Form des Tasters der Maxillarfüße, in der Verschmelzung der zwei vorletzten Glieder des zweiten Fußpaares und endlich in den zwei kleinen am Hinter-, beziehungsweise am Rückenrande der Furca befindlichen Borsten.

34. Aglaiella stagnalis n. sp.

Taf. 2, Fig. 11 bis 23; Taf. 3, Fig. 1 bis 9.

Beide Schalen sind von gleicher Form und Struktur, von der Seite gesehen annähernd nierenförmig (Taf. 2, Fig. 11).

Der Vorderrand scheint etwas niedriger zu sein als der Hinterrand, ist ziemlich spitz gerundet, doch liegt der vorderste

Punkt der Rundung unter der Mittellinie, hebt sich bogig gegen den Rückenrand und bildet mit dem Bauchrand einen gerundeten Winkel (Taf. 2, Fig. 11). Der Rückenrand ist gleichmäßig und stumpfbogig und senkt sich gegen den Hinterrand mit einem mehr bogigen Abhang als gegen den Vorderrand zu. Der Hinterrand ist etwas höher als der Vorderrand, fast gleichmäßig abgerundet, doch liegt der am meisten vorragende Punkt nicht im Mittelpunkte; derselbe geht in den Rücken- und Bauchrand unmerklich über. Der Bauchrand ist kaum bemerkbar vertieft, fast gerade. Entlang des Vorder-, Hinter- und Bauchrandes zieht sich ein gut entwickelter Porenkanalgürtel, welcher an der oberen Grenze des Vorder- und Hinterrandes sehr dünn anfängt und abwärts gehend immer breiter wird; am breitesten ist der Gürtel in der Länge des Bauchrandes vom vorderen Drittel angefangen, erinnert durch seinen Verlauf an die Arten des Genus *Aglaia* und *Macrocypris*. Die Porenkanäle des Vorderrandes sind gerade, doch teilen sie sich in ein bis zwei Äste, jene des Bauchrandes teilen sich in Form eines Baumes in mehrere Zweige (Taf. 3, Fig. 1), hingegen sind diejenigen des Hinterrandes gerade und unverzweigt (Taf. 3, Fig. 2). In der Struktur der Porenkanäle ist diese Art von den Arten des Genus *Aglaia* verschieden.

Die Schalen sind in ihrer Mitte am höchsten, und diese Höhe erreicht kaum die Hälfte der ganzen Länge (Taf. 2, Fig. 11).

Die Schalen, von oben oder von unten betrachtet, sind breit kahnförmig, am breitesten etwas hinter der Mitte, die Seiten sind stumpf und fast gleichmäßig gerundet, beide Enden sind spitz, doch ist das vordere Ende spitziger als das hintere (Taf. 2, Fig. 12).

Die Länge der Schalen beträgt 1 bis 1·3 *mm*, die größte Höhe 0·45 bis 0·47 *mm*, der größte Durchmesser 0·45 *mm*.

Die Schalenwandung ist ganz glatt, glänzend, hart und sehr zerbrechlich; auf der Oberfläche sind kleine Porenkanalmündungen, doch Borsten nur an den Rändern.

Die Zahl, Form und Lage der Muskeleindrücke konnte ich nicht beobachten.

Der Stamm des ersten Antennenpaares scheint aus drei Gliedern zusammengesetzt zu sein (Taf. 2, Fig. 18), von denen

die zwei distalen verschmolzen sind und außer den Borsten je ein eigentümliches Riechstäbchen tragen, welches sich in eine blattförmige, breite, basale und in eine fingerförmige apikale Partie teilt (Taf. 2, Fig. 18, 19).

Die Antennengeißel ist aus fünf Gliedern zusammengesetzt, von welchen das letzte beinahe doppelt so lang ist als die übrigen; die auf den Gliedern sich befindenden Borsten sind kurz, stark, fast krallenartig (Taf. 2, Fig. 18).

Am zweiten Antennenpaare des Weibchens vertreten das Exopodit zwei kurze Borsten (Taf. 2, Fig. 13). Das erste Glied des Endopodits ist so lang wie die folgenden insgesamt; das Riechstäbchen ist sehr gut entwickelt und am apikalen Ende auffallend keulenförmig verdickt (Taf. 2, Fig. 13, 16); das Ruderborstenbündel ist schwach, besteht aus sechs kurzen Borsten, welche das folgende Glied nicht überragen. Das drittletzte und vorletzte Antennenglied sind verschmolzen, am inneren Rand erheben sich gegen die Mitte zu zwei feine Borsten; das äußere Ende bildet einen kleinen Hügel, auf welchem sich zwei glatte Krallen und zwei lange Borsten erheben. Das letzte Glied, an dessen distalem Ende eine glatte Kralle, eine glatte Borste und ein Riechstäbchen sitzen, ist zylindrisch und doppelt so lang als breit (Taf. 2, Fig. 13).

Das erste Endopoditglied des zweiten Antennenpaares des Männchens unterscheidet sich von jenem des Weibchens nur insofern, daß dieses an seinem äußeren Rande auf einem fingerförmigen Hügel noch eine Fühlborste trägt (Taf. 2, Fig. 14). Das zweite und dritte Glied des Endopodits sind getrennt, fast gleich lang und breit; am äußeren Ende des zweiten Gliedes erheben sich zwei, am inneren Ende eine glatte Borste und ein geknöpftes Riechstäbchen (Taf. 2, Fig. 17), am äußeren Ende des dritten Gliedes sind zwei gebogene längere und eine gerade, kurze Kralle, während am inneren Ende das letzte Glied sitzt. Das letzte Antennenglied, an dessen distalem Ende sich eine glatte Kralle und eine Borste, ferner ein Riechstäbchen befindet, ist kaum etwas länger als breit (Taf. 2, Fig. 14).

Auf der Kaufläche der Mandibel erheben sich sechs bis acht Zähnchen. Der Palpus mandibularis ist gut entwickelt

(Taf. 2, Fig. 15). Am distalen Rande des Kiemenanhanges sitzen vier Borsten, die fünfte hat sich nach der Seite verzogen. Die drei letzten Glieder sind beinahe gleich lang, doch deren letztes ist unter allen das dünnste und ist mit zwei krallenförmigen und zwei dünnen Borsten bewaffnet.

Das letzte Glied des Maxillartasters, welches am basalen Ende schmäler ist als am distalen Ende, ist so lang als breit und trägt drei krallenförmige Borsten. Zwischen den Endborsten des ersten Kaufortsatzes sind zwei glatte Dornen. In der Nähe der Basis des Kiemenanhanges erheben sich in einem Bündel sechs der Mundöffnung zu gerichtete Borsten (Taf. 2, Fig. 20).

Der Kaufortsatz des Maxillarfußes des Weibchens ist schmal, mit krallenähnlichen Borsten bewaffnet (Taf. 2, Fig. 21). Der Palpus, an dessen Ende sich eine längere und zwei kürzere Borsten erheben, ist einem schmalen Kegel ähnlich. Der Kiemenanhang entwickelte sich in Form eines abgerundeten Hügelchens, an seinem Rande sitzen sechs Fiederborsten.

Die Taster der Maxillarfüße des Männchens teilen sich in basale und apikale Glieder, welche sich voneinander etwas unterscheiden (Taf. 3, Fig. 6, 7). Das basale Glied des rechten Tasters ist säulenförmig, schmäler als das linke, die Vorderecke ist hügelförmig erhoben und trägt einen kleinen Dorn; das apikale Glied gleicht annähernd einem schief stehenden Kegel, ist breit und am distalen Ende dreiteilig, in der Mitte mit einer fingerförmigen Verlängerung, welche die Fühlborste trägt (Taf. 3, Fig. 6). Das basale Glied des linken Tasters ist breiter als das rechte. Die vordere distale Ecke ist schief abgeschnitten und in der Mitte mit einem Dorn bewaffnet; an der Seite erhebt sich auf einem Hügelchen eine kleine Borste. Das apikale Glied gleicht annähernd einem Viereck, dessen distales Ende in drei Hügelchen geteilt ist, welche jenem des rechten Tasters etwas ähnlich sind (Taf. 3, Fig. 7). Am Vorderseitenrande des basalen Gliedes im distalen Drittel beider Taster ragt je ein Dorn empor.

Von den Gliedern des ersten Fußpaares ist das zweite proximale Glied das längste, welches so lang ist als die

folgenden zwei Glieder zusammen. Die Endkralle ist sichelförmig, stark und länger als die drei distalen Glieder des Fußes insgesamt (Taf. 3, Fig. 3).

Das zweite Fußpaar besteht aus vier Gliedern, da die zwei vorletzten verschmolzen und zusammen etwas länger sind als das zweite Glied. Das vorletzte Glied trägt in der Mitte einen kleinen Dorn. Das letzte Glied ist gut entwickelt, überragt die Hälfte des vorangehenden und trägt am distalen Ende eine längere und eine kürzere Kralle, von welchen die längere ein Viertel des Gliedes nicht überragt. In der Nähe der Basis der Endkrallen entspringt die Seitenborste, welche, nach unten gebogen, länger ist als die zwei letzten Fußglieder (Taf. 3, Fig. 4).

Die Furcalanhänge des Weibchens sind säbelförmig schwach gekrümmt, doch ist der rechte stärker und breiter als der linke (Taf. 2, Fig. 22, 23). An dem Hinterrande beider Furcaläste sitzen zwei kleine Dornen, von welchen der proximale sich beinahe in der Mitte der Furca erhebt, der andere hingegen etwas weiter von der Seitenkralle als von der ersten entspringt. Die Seitenkralle ist stark, etwas gebogen, auf dem linken Furcalaste halb so lang als dieser selbst, auf dem rechten dagegen etwas kürzer; sie liegt von der Endkralle fast so weit als von dem unteren Seitendorn. Die Endkralle ist sichelförmig, länger als die Hälfte der Furca, besonders auf dem linken Furcalaste. Die Endborste ist auffallend kurz, nicht viel länger als die Randdornen (Taf. 2, Fig. 22 bis 23). Die Furcalanhänge des Männchens sind gleich, etwas schmäler als jene des Weibchens, sonst sind sie denen ähnlich (Taf. 3, Fig. 5).

Das Vorderende des Ductus ejaculatorius ist trichterförmig. An dem Zentralkanal entwickelten sich fünf Dornenkränze (Taf. 3, Fig. 9).

Das distale Ende des Kopulationsorgans ist in drei spitze Endplatten gegliedert, von welchen die mittlere dem Nebenteile zu entsprechen scheint und diese ist auch länger als die zwei Seitenplatten. Das Vas deferens bildet mehrere Schlingen und Erweiterungen (Taf. 3, Fig. 8).

Fundort: Brackwassertümpel zwischen dem Mittelmeer und dem Maryutsee, von wo ich drei Weibchen, ein Männchen und ein junges Exemplar erhielt.

Diese Art ist die einzig bisher bekannte des Genus, doch ist es nicht unmöglich, daß aus Brack- oder Meerwasser noch verwandte Arten gefunden werden. Die nächsten Verwandten sind übrigens zwischen den Arten des Genus *Aglaia* zu suchen und zu finden.

35. Cytheridea aegyptiaca n. sp.

Taf. 3, Fig. 10 bis 20.

Die Schalen sind verschieden groß und etwas verschiedenförmig, von der Seite betrachtet im allgemeinen eiförmig (Taf. 3, Fig. 10, 11).

Der Vorderrand der rechten Schale ist höher als der Hinterrand, ziemlich regelmäßig und stumpf gerundet, geht in den Bauchrand und Rückenrand gleichmäßig und unmerklich über, hat einen breiten Porenkanalgürtel und einen schmalen Cuticularsaum. Die Porenkanäle sind gerade, unverzweigt (Taf. 3, Fig. 10). Der Rückenrand ist im ganzen genommen bogig, doch in der Gegend der Augen ist er erhoben, bildet ein Hügelchen, um von dort aus sich abschüssig zu senken und unmerklich in den Hinterrand überzugehen. Der Hinterrand ist schief abschüssig, aber stumpfbogig, bildet mit dem Bauchrand einen merklichen Winkel, wovon ein nach unten und rückwärts gerichteter Dornfortsatz entspringt. Der Bauchrand ist im allgemeinen kaum merkbar bogig, fast gerade, doch in der Mitte schwach ausgehoben.

Der Vorderrand der linken Schale scheint viel höher zu sein als der Hinterrand, ist gleichmäßig gerundet und geht in den Rücken- und Bauchrand unmerklich und gleichmäßig über; bezüglich der Struktur ist die linke der rechten Schale ähnlich. Doch ist der Porenkanalgürtel schmäler, hingegen der Cuticularsaum breiter (Taf. 3, Fig. 11). Der Rückenrand bildet in der Nähe der Augen einen Buckel, von wo aus dieser sich abschüssig dem Hinterrande zu senkt und mit dem Hinterrand einen Winkel zu bilden scheint. Der Hinterrand senkt sich in seiner oberen Hälfte abschüssig und bildet mit dem Bauchrand

einen breit gerundeten einfachen Winkel. Der Bauchrand ist im allgemeinen stumpf, beziehungsweise in sehr kleinem Maße bogig, doch vor der Mitte seicht vertieft (Taf. 3, Fig. 10).

Beide Schalen sind am höchsten in der Gegend des vorderen Drittels und diese größte Höhe überragt mehr minder die Hälfte der Länge.

Die Schalen sind, von oben oder von unten betrachtet, breit kahnförmig, in der Mitte am breitesten, regelmäßig bogig und beide Enden gleichförmig spitz (Taf. 3, Fig. 11).

Der äußere Rand des ersten Proximalgliedes des ersten Antennenpaares ist der Länge nach mit einer Reihe feiner Borsten bewaffnet, am distalen oberen Ende und in dessen Nähe erheben sich in einem Halbkreise feine Borsten (Taf. 3, Fig. 15). In dem proximalen Drittel des oberen Randes des zweiten Gliedes und an dessen distalem Ende ist ein aus feinen Borsten gebildetes Bündel, in der Mitte des unteren Randes sitzen zwei gröbere und eine feine Borste; das untere distale Ende ist mit einer starken Borste bewaffnet, endlich ragen auf dem äußeren Rande in der Nähe des distalen Endes feine, einen Halbkreis bildende Borsten empor. Das dritte Glied ist nicht größer als ein Drittel des vorangehenden, am distalen Ende ist ein starker Dorn, an dessen Basis sich sehr feine und kurze Borsten befinden. Das vierte Glied ist nicht viel länger als das vorige, der obere Rand bildet zwei Spitzen, von denen die eine eine schwächere und eine stärkere, die andere aber zwei starke, lange, dornähnliche Borsten trägt; auch auf der Außenseite ist ein kleiner Dorn. Das letzte Glied ist länger als die beiden vorangehenden, aber auch viel schmäler, an ihrer Basis sitzt eine Borste und aus ihrer Spitze ragen eine stärkere, krallenförmige und zwei schwächere Borsten empor (Taf. 3, Fig. 15).

Am zweiten Antennenpaar entspringt von der Mitte des zweiten Gliedes des Protopodits ein Bündel feiner Borsten (Taf. 3, Fig. 14). Die das Exopodit repräsentierende dreigliedrige Spinnborste reicht bis zur Spitze des Endopodits. Das erste Glied des Endopodits ist sehr kurz, erreicht kaum ein Drittel der folgenden Glieder und ist mit zwei Borsten bewaffnet. Das zweite Glied ist so lang wie das distale Glied

des Protopodits und das darauffolgende Endopoditglied; am oberen Rande, der Mitte zu, befinden sich zwei verschieden lange, einfache Borsten, hingegen ist der untere Rand mit zwei gewöhnlichen Borsten und einer Fühlborste bewaffnet, endlich ragt aus der unteren distalen Ecke eine dornenähnliche, starke Borste empor. Das letzte Glied ist auffallend kurz, etwa kegelförmig, in der Mitte des unteren Randes und am distalen Ende erhebt sich je eine krallenförmige Borste.

Der Palpus mandibularis trägt am distalen Rande der zwei vorletzten Glieder mehrere feine Borsten, doch sitzt auf dem vorletzten auch noch eine kleine Kralle. Das letzte Glied, von dessen Spitze zwei starke und zwei schwache Borsten emporragen, ist dünner und auch kürzer als die übrigen (Taf. 3, Fig. 16).

Der Taster der Maxille ist viel länger als die Kaufortsätze, das letzte Glied erreicht zwei Drittel der Länge des vorhergehenden Gliedes, am Ende stehen zwei dornenförmige und eine dünne Borste (Taf. 3, Fig. 17).

Am ersten Kaufortsatze sind zwei Borsten stärker als die übrigen, dornförmig, doch ungezähnt.

Die drei Fußpaare sind von gleicher Konstruktion, doch werden sie rückwärts zu allmählich größer und länger (Taf. 3, Fig. 18 bis 20).

Die Länge der Schalen beträgt 0·79 bis 0·8 *mm*, die größte Höhe 0·44 bis 0·5 *mm*, der größte Durchmesser 0·5 *mm*.

Fundort: Tümpel des Zoologischen Gartens zu Gizeh, von wo ich ein einziges Exemplar, ein Weibchen, erhielt.

In bezug auf ihren Bau erinnert diese Art an die europäische *Cytheridea lacustris* Sars, doch unterscheidet sie sich von ihr bezüglich der Form und Struktur der Schalen so bedeutend, daß beide Arten unmöglich verwechselt werden können.

Die im Laufe meiner Untersuchungen beobachteten und hier oben beschriebene Arten können bezüglich ihrer geographischen Verbreitung in drei Gruppen gegliedert werden, und zwar:

1. in solche, welche aus Ägypten schon früher bekannt waren;

2. in solche, welche von anderen Orten Afrikas bekannt waren, doch aus Ägypten nicht verzeichnet wurden; endlich

3. in solche, die bis jetzt nur aus Ägypten bekannt sind.

Dieser Einteilung folgend, gruppieren sich die Arten wie folgt:

1. Aus Ägypten schon früher bekannte Arten.

1. *Arcella vulgaris* Ehrb.
2. *Euglena acus* Ehrb.
3. *Euglena viridis* Ehrb.
4. *Vorticella microstoma* Ehrb.
5. *Brachionus pala* Ehrb.
6. *Triarthra longiseta* Ehrb.
7. *Polyarthra platyptera* Ehrb.
8. *Cyclops aequoreus* Fisch.
9. *Cyclops Leuckarti* Cls.
10. *Cyclops oithonoides* Sars.
11. *Cyclops serrulatus* Fisch.
12. *Macrothrix laticornis* (O. F. M.).
13. *Bosmina longirostris* (O. F. M.).
14. *Ceriodaphnia Rigaudi* Rich.
15. *Diaphonosoma brachyurum* Liev.

Die hier angeführten zwei Fünftel der durch mich beobachteten Arten sind aus Ägypten schon seit langer Zeit bekannt auf Grund der Untersuchungen und Aufzeichnungen eines oder mehrerer Forscher.

2. Von Afrika schon bekannte, doch aus Ägypten nicht verzeichnete Arten.

1. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
2. *Difflugia globulosa* Ehrb.
3. *Difflugia urceolata* Ehrb.
4. *Euglypha alveolata* Ehrb.
5. *Dorylaimus filiformis* Bast.
6. *Asplanchna Brightwellii* Gosse.
7. *Monostyla bulla* Gosse.
8. *Monostyla lunaris* Ehrb.
9. *Cathypna luna* Ehrb.
10. *Euchlanis dilatata* Ehrb.
11. *Cyclops macrurus* Sars.
12. *Moina brachiata* (O. F. M.).

Laut dieser Liste waren nicht ganz zwei Fünftel der durch mich im Laufe meiner Untersuchungen beobachteten Arten von anderen Gebieten Afrikas schon früher bekannt, doch aus Ägypten noch durch niemand verzeichnet.

3. Von Afrika bisher nur aus Ägypten bekannte Arten.

1. *Acartia latisetosa* (Kricz.).
2. *Stenocypris Werneri* n. sp.
3. *Cyprinotus decoratus* n. sp.
4. *Potamocypris lobata* n. sp.
5. *Potamocypris alveolata* n. sp.
6. *Aglaiella stagnalis* n. sp.
7. *Cytheridea aegyptiaca* n. sp.

Unter den durch mich beobachteten 35, beziehungsweise — nach Abrechnung der undeterminierbaren *Diaptomus* — 34 Arten sind acht, d. h. ein Fünftel der Gesamtzahl, aus anderen Gegenden Afrikas nicht, nur aus Ägypten bekannt und von diesen acht nur eine, welche aus anderen Weltteilen zuerst beschrieben wurde, demzufolge sind heute sechs Arten als Ägypten angehörig zu betrachten. Es ist noch bemerkenswert, daß die als neue Arten beschriebenen — alle sechs — den Ostracoden angehören.

Literaturverzeichnis.

1. Collin A., Rotatorien, Gastrotrichen und Entozoen Ostafrikas. — Deutsch-Ostafrika, 1896, Bd. 4, Nr. 16.
2. Eckmann Swen, Cladoceren und freilebende Copepoden aus Ägypten und dem Sudan. — Resultats of the swedish zool. Exped. to Egypt and the White Nile, Nr. 26, 1903, Fig. 1 bis 11.
3. Griesbrecht W., Systematik und Faunistik der pelagischen Copepoden des Golfes von Neapel. — Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Bd. 19, 1892, Taf. 1 bis 54.
4. Hudson-Gosse, The Rotifera or wheel Animalcules. 1889 bis 1890, Bd. 1 bis 3.
5. Kent-Saville, Manual of the Infusoria, Bd. 1 bis 2, 1880 bis 1882.

6. Leidy J., Freshwater Rhizopods of North-America, 1879, Taf. 1 bis 48.
7. Lilljeborg W., Cladocera Sueciae, 1900, Taf. 1 bis 87.
8. — Synopsis specierum hucusque in Suecia observatarum generis Cyclopi. Stockholm, 1901, Taf. 1 bis 6.
9. Man J. G. de, Die frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden der niederländischen Fauna, 1884, Taf. 1 bis 34.
10. Müller G. W., Die Ostracoden des Golfes von Neapel. — Fauna und Flora des Golfes von Neapel. T. 21, 1894, Taf. 1 bis 40.
11. Richard J., Cladocères recueill. p. l. Dr. Th. Barrois en Palestine, en Syrie et en Egypte. — Revue biol. du Nord de la France. T. 6, Nr. 9, 1894, Fig. 1 bis 12, p. 360.
12. — Revision des Cladocères. — Annales des Sciences Nat. Zool. T. 18, 1895, p. 279, Taf. 15, 16.
13. Rousselet Ch. F., The Rotifera of South Africa. — Journal of roy. microsc. Soc. Aug. 1906, p. 393, Taf. 14, 15.
14. Sars G. O., Pacifisches Plankton — Crustaceen. — Zool. Jahrbücher, Bd. 21, Sept. 1905, p. 371, Taf. 14 bis 20.
15. Schaudinn Fr., Rhizopoda Ostafrikas. — Deutsch-Ostafrika. Nr. 18, 1897.
16. Schmarda L., Zur Naturgeschichte Ägyptens. — Denkschriften der kaiserl. Akad. der Wissensch., mathem.-naturw. Kl., Wien 1854, Bd. 7, Abt. 2.
17. Schmeil O., Deutschlands Copepoden. — Zoologica.
18. Vávra W., Die Ostracoden vom Bismarck-Archipel. Arch. f. Naturg., 1901, p. 179, Taf. 8, 9.

II. Mikroskopische Süßwassertiere aus dem Sudan (Weißen Nil und Bahr-el-Gebel).

Mit Unterstützung der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien hat Dr. Franz Werner, Privatdozent der Zoologie an der Universität zu Wien, auch im Jahre 1905 eine Forschungsreise nach Ägypten und dem Sudan unternommen,

dabei an verschiedenen Fundorten Planktonmaterial gesammelt und mich ersucht, die Bearbeitung des Materials zu übernehmen.

Bei dieser Gelegenheit erlaube ich mir, die aus dem sudanischen Planktonmaterial verzeichneten Arten zu enumerieren. Im folgenden gruppiere ich die beobachteten Arten zuerst nach den Fundorten, dann in systematischer Reihenfolge.

Vorläufig bemerke ich, daß es mir bei meinen Untersuchungen gelungen ist, insgesamt 78 Arten zu finden, deren größter Teil aus Afrika und ein kleiner Teil auch aus dem Sudan selbst bereits bekannt war, während die Anzahl der aus Afrika und aus dem Sudan bis jetzt unbekannten Arten eine relativ sehr geringe ist.

I. Die beobachteten Arten nach den Fundorten gruppiert.

1. Plankton aus dem Weißen Nil; 6. Februar.

1. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
2. *Arcella vulgaris* Ehrb.

2. Bahr-el-Gebel, zwischen Khor Attar und Hellet-Nuer; 24. Februar.

1. *Difflugia pyriformis* Perty.
2. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
3. *Arcella vulgaris* Ehrb.

3. Bahr-el-Gebel zwischen Hellet-Nuer und Gaba-Shambe; 26. Februar.

1. *Difflugia acuminata* Ehrb.
2. *Difflugia urceolata* Ehrb.
3. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
4. *Arcella mitrata* Ehrb.
5. *Arcella vulgaris* Ehrb.

4. Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Khor; 28. Februar.

1. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
2. *Arcella discoides* Ehrb.
3. *Arcella stellaris* (Perty).

4. *Arcella mitrata* Ehrb.
5. *Arcella vulgaris* Ehrb.
6. *Volvox aureus* Ehrb.
7. *Monostyla quadridentata* Ehrb.
8. *Cathypna leontina* Lev.
9. *Cathypna ungulata* Gosse.
10. *Anuraea aculeata* Ehrb.
11. *Pterodina patina* Ehrb.
12. *Brachionus falcatus* Zach.
13. *Brachionus urceolaris* Ehrb.
14. *Brachionus caudatus* Br., Dad.
15. *Brachionus pala* Ehrb.
16. *Noteus militaris* (Ehrb.).
17. *Triarthra longiseta* Ehrb.
18. *Pedalion mirum* Huds.
19. *Cyclops oithonoides* Sars.
20. *Diaptomus Galebi* Barr.
21. *Alonella diaphana* (King).
22. *Pleuroxus laevis.*
23. *Pleuroxus striatus.*
24. *Moina dubia* Gr. R.
25. *Ceriodaphnia Rigaudi* Rich.
26. *Simocephalus exspinosus* (Koch).

5. Mongalla (Bahr-el-Gebel); März.

1. *Difflugia corona* Ehrb.
2. *Centropyxis aculeata* Ehrb.
3. *Euchlanis dilatata* Ehrb.
4. *Cyclops phaleratus* C. Koch.
5. *Alona rectangula* Sars.
6. *Macrothrix Chevreuxi* Gr. R.

6. Mongalla (Sumpf); März.

1. *Difflugia corona* Ehrb.
2. *Difflugia constricta* Ehrb.
3. *Difflugia globulosa* Ehrb.
4. *Difflugia urceolata* Ehrb.
5. *Difflugia acuminata* Ehrb.
6. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
7. *Lequereusia spiralis* (Ehrb.).
8. *Arcella vulgaris* Ehrb.
9. *Arcella discoides* Ehrb.
10. *Dorylaimus stagnalis* Bast.
11. *Actinurus neptunius* Ehrb.
12. *Melicerta ringens* Ehrb.
13. *Limnias annulatus* Bailey.
14. *Mastigocerca carinata* Ehrb.
15. *Salpina brevispina* Ehrb.
16. *Salpina macracantha* Gosse.
17. *Monostyla bulla* Gosse.
18. *Cathypna leontina* Lev.
19. *Cathypna luna* Ehrb.
20. *Cathypna appendiculata* Lev.
21. *Cathypna ungulata* Gosse.
22. *Noteus militaris* (Ehrb.).
23. *Brachionus urceolaris* Ehrb.
24. *Cyclops Leuckarti* Cls.
25. *Cyclops varicans* Sars.
26. *Chydorus sphaericus* (O. F. M.).
27. *Alonella Karua* (King).

28. *Alonella globulosa* (Dad.).
29. *Alona pulchella* (King).
30. *Alona guttata* Sars.
31. *Alona intermedia* Sars.
32. *Macrothrix Chevreuxi* Gr. R.
33. *Moinodophnia Macleayi.*
34. *Simocephalus exspinosus* (Koch).
35. *Parasida Szalayi* (Dad.).
36. *Hydriphantes incertus* Koen.

7. Bahr-el-Gebel bei Mongalla; 3. März.

1. *Difflugia acuminata* Ehrb.
2. *Difflugia globulosa* Ehrb.
3. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
4. *Arcella discoides* Ehrb.
5. *Arcella vulgaris* Ehrb.
6. *Asplanchna Brightwellii* Gosse.
7. *Cathypua ungulata* Gosse.
8. *Triarthra longiseta* Ehrb.
9. *Cyclops Leuckarti* Cls.
10. *Diaptomus Galebi* Barr.
11. *Alonella globulosa* (Dad.).
12. *Moina dubia* Gr. R.

8. Sobatfluß; 5. April.

1. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
2. *Arcella vulgaris* Ehrb.
3. *Bosmina* sp.
4. *Diaphanosoma excisum* Sars.

9. Tewfikia; 5. April (Weißer Nil).

1. *Difflugia acuminata* Ehrb.
2. *Difflugia globulosa* Ehrb.
3. *Difflugia lobostoma* Leid.
4. *Difflugia amphora* Pen.
5. *Difflugia pristis* Pen.
6. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
7. *Arcella arenaria* Pen.
8. *Arcella mitrata* Ehrb.
9. *Arcella vulgaris* Ehrb.
10. *Centropyxis arcelloides* Pen.
11. *Melicerta ringens* Ehrb.
12. *Mastigocerca lophoessa* Gosse.
13. *Salpina brevispina* Ehrb.
14. *Cathypna leontina* Lev.
15. *Cathypna luna* Ehrb.
16. *Cathypua ungulata* Gosse.
17. *Pterodina patina* Ehrb.
18. *Brachionus Bakeri* Ehrb.
19. *Brachionus pala* Ehrb.
20. *Brachionus urceolaris* Ehrb.
21. *Noteus quadricornis* Ehrb.
22. *Pedalion mirum* Huds.
23. *Cyclops varicans* Sars.
24. *Cyclops Leuckarti* Cls.
25. *Cyclops serrulatus* Fisch.
26. *Diaptomus Galebi* Barr.

27. *Alonella globulosa* (Dad.).
28. *Macrothrix Chevreuxi* Gr. R.
29. *Volvox aureus* Ehrb.

10. Kodok; 6. April (Weißer Nil).

1. *Difflugia pyriformis* Perty.
2. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
3. *Arcella discoides* Ehrb.
4. *Arcella stellaris* (Perty).
5. *Arcella vulgaris* Ehrb.
6. *Volvox aureus* Ehrb.
7. *Cathypna luna* Ehrb.
8. *Cathypna leontina* var. *bisinuata.*
9. *Brachionus pala* Ehrb.
10. *Anuraea aculeata* Ehrb.
11. *Triarthra longiseta* Ehrb.
12. *Pseudalona longirostris* (Dad.).
13. *Acroperus Harpae* (Baird).
14. *Iliocryptus Halyi* Brad.
15. *Macrothrix Chevreuxi* Gr. R.
16. *Moina dubia* Gr. R.
17. *Ceriodaphnia reticulata* (Sars).
18. *Diaphanosoma excisum* Jur. .

11. Melut; 6. April (Weißer Nil).

1. *Difflugia urceolata* Ehrb.
2. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
3. *Arcella vulgaris* Ehrb.
4. *Anuraea aculeata* Ehrb.
5. *Anuraea cochlearis* Gosse.
6. *Brachionus Bakeri* Ehrb.
7. *Brachionus caudatus* Br., Dad.
8. *Brachionus urceolaris* Ehrb.
9. *Cyclops Leuckarti* Cls.
10. *Diaptomus Galebi* Bant.
11. *Moïna dubia* Gr. R.
12. *Simocephalus exspinosus* (Koch).

12. Renk; 7. April (Weißer Nil).

1. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
2. *Difflugia urceolata* Ehrb.
3. *Arcella vulgaris* Ehrb.
4. *Diaptomus Galebi* Barr.
5. *Diaphanosoma excisum* Sars.

13. Goz Abu Guma; 8. April (Weißer Nil).

1. *Difflugia corona* Ehrb.
2. *Difflugia globulosa* Ehrb.
3. *Difflugia urceolata* Ehrb.
4. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
5. *Arcella vulgaris* Ehrb.

6. *Vorticella nebulifera* O.F.M.
7. *Mermis* sp.
8. *Cyclops varicans* Sars.
9. *Diaptomus Galebi* Barr.
10. *Simocephalus exspinosus* (Koch).
11. *Caridina Nilotica* R.

14. Ed-Duem, Plankton aus dem Weißen Nil; 14. April.

1. *Difflugia pyriformis* Perty.
2. *Difflugia acuminata* Ehrb.
3. *Difflugia urceolata* Ehrb.
4. *Centropyxis aculeata* (Ehrb.).
5. *Arcella vulgaris* Ehrb.
6. *Diaptomus Galebi* Barr.
7. *Alonella globulosa* (Dad.).
8. *Macrothrix Chevreuxi* Gr. R.
9. *Moina dubia* Gr. R.

15. Getaina, Weißer Nil; 15. April.

1. *Diaptomus Galebi* Barr.
2. *Moina dubia* Gr. Rich.

II. Systematisches Verzeichnis der beobachteten Arten.

I. Protozoa.

1. **Difflugia amphora** Leid.

Difflugia amphora E. Penard, 11, p. 289, Fig. 1 bis 8.

Fundort: Tewfikia; nur selten.

2. **Difflugia acuminata** Ehrb.

Difflugia acuminata J. Leidy, 8, p. 109, Taf. 13.

Fundort: Ed-Duem, Tewfikia, Bahr-el-Gebel zwischen Hellet-Nuer und Gaba-Shambe, Bahr-el-Gebel bei Mongalla, Mongalla, Sumpf; überall nur vereinzelt.

3. **Difflugia constricta** Ehrb.

Difflugia constricta J. Leidy, 8, p. 120, Taf. 18.

Fundort: Mongalla Sumpf; ziemlich häufig.

4. Difflugia corona Ehrb.

Difflugia corona J. Leidy, 8, p. 117, Taf. 17.

Fundort: Goz Abu Guma, Mongalla, Mongalla, Sumpf; nicht selten.

5. Difflugia globulosa Ehrb.

Difflugia globulosa J. Leidy, 8, p. 96, Taf. 15, Fig. 25 bis 31; Taf. 16, Fig. 1 bis 34.

Fundort: Tewfikia, Goz Abu Guma, Bahr-el-Gebel bei Mongalla, Mongalla Sumpf; überall nur vereinzelt.

6. Difflugia lobostoma Leidy.

Difflugia lobostoma J. Leidy, 8, p. 112, Taf. 15, Fig. 1 bis 24; Taf. 16, Fig. 25 bis 29.

Fundort: Tewfikia; ziemlich häufig.

7. Difflugia pristis Pen.

Difflugia pristis E. Penard, 11, p. 254, Fig. 1 bis 7.

Fundort: Tewfikia; einige typische Exemplare.

8. Difflugia pyriformis Perty.

Difflugia pyriformis J. Leidy, 8, p. 93, Taf. 10 bis 12, Fig. 1 bis 18; Taf. 15, Fig. 32, 33; Taf. 19, Fig. 24 bis 26.

Fundort: Ed-Duem, Kodok, Bahr-el-Gebel zwischen Khor-Attar und Hellet-Nuer; überall ziemlich häufig.

9. Difflugia urecolata Ehrb.

Difflugia urceolata J. Leidy, 8, p. 106, Taf. 14, 16, Fig. 33, 34.

Fundort: Ed-Duem, Goz Abu Guma, Melut, Renk, Bahr-el-Gebel zwischen Hellet-Nuer und Gaba-Shambe, Mongalla, Sumpf; überall nur vereinzelt.

10. Lequereusia spiralis (Ehrb.).

Difflugia spiralis J. Leidy, 8, p. 124, Taf. 19, Fig. 1 bis 23.

Fundort: Mongalla, Sumpf; einige typische Exemplare.

11. Centropyxis aculeata Ehrb.

Centropyxis aculeata J. Leidy, 8, p. 180, Taf. 30, Fig. 20 bis 34; Taf. 31, 32, Fig. 29 bis 37.

Fundort: Plankton aus dem Weißen Nil, einige leere Hülsen, Ed-Duem, Bahr-el-Gebel zwischen Khor Attar und Hellet-Nuer, Bahr-el-Gebel zwischen Hellet-Nuer und Gaba-Shambe, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor, Bahr-el-Gebel bei Mongalla, Sobatfluß, Renk, Goz Abu Guma, Mongalla, Mongalla, Sumpf, Melut, Kodok, Tewfikia; überall ziemlich häufig. Außer der Stammform fand ich aber auch *Centropyxis aculeata* var. *ecornis* (Ehrb.).

12. Centropyxis arcelloides Pen.

Centropyxis arcelloides E. Penard, 11, p. 309, Fig. 1 bis 4.

Fundort: Tewfikia; nur einige Exemplare.

13. Arcella arenaria Greef.

Arcella arenaria E. Penard, 11, p. 406, Fig. 1 bis 3.

Fundort: Tewfikia; scheint sehr selten zu sein.

14. Arcella discoides Ehrb.

Arcella discoides J. Leidy, 8, p. 170, Taf. 28, Fig. 14 bis 38.

Fundort: Kodok, Bahr-el-Gebel bei Mongalla, Mongalla, Sumpf; überall nur vereinzelt.

15. Arcella mitrata Ehrb.

Arcella mitrata J. Leidy, 8, p. 175, Taf. 29.

Fundort: Tewfikia, Bahr-el-Gebel zwischen Hellet-Nuer und Gaba-Shambe, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; vereinzelt.

16. Arcella stellaris (Perty).

Arcella dentata J. Leidy, 8, p. 177, Taf. 30, Fig. 10 bis 11.

Fundort: Kodok, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; nur einige Exemplare beobachtet.

17. Arcella vulgaris Ehrb.

Arcella vulgaris J. Leidy, 8, p. 170, Taf. 27, Fig. 1 bis 7.

Fundort: Plankton aus dem Weißen Nil, Ed-Duem, Bahr-el-Gebel zwischen Khor Attar und Hellet-Nuer, Bahr-el-Gebel zwischen Hellet-Nuer und Gaba-Shambe, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor, Bahr-el-Gebel bei Mongalla, Sobatfluß, Renk, Goz Abu Guma, Mongalla, Sumpf, Melut, Kodok, Tewfikia; überall ziemlich häufig.

18. Volvox aureus Ehrb.

Volvox aureus F. Blochmann, 1, p. 66, Fig. 143.

Fundort: Kodok, Tewfikia, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; überall ziemlich häufig.

19. Vorticella nebulifera O. F. M.

Vorticella nebulifera Kent, Sav., 6, p. 673, Taf. 34, Fig. 20; Taf. 35, Fig. 34 bis 37.

Fundort: Goz Abu Guma; eine kleine Kolonie.

II. Vermes.

20. Dorylaimus stagnalis Bast.

Dorylaimus stagnalis J. G. de Man, 10, p. 186, Taf. 32, Fig. 132.

Fundort: Mongalla, Sumpf; ein einziges geschlechtsreifes Männchen.

21. Mermis sp.

Fundort: Goz Abu Guma; zwei noch nicht geschlechtsreife Weibchen.

22. Actinurus neptunius Ehrb.

Actinurus neptunius Hudson-Gosse, 5, p. 108, Taf. 10, Fig. 6.

Fundort: Mongalla, Sumpf; nur vereinzelt.

23. Asplanchna Brightwellii Gosse.

Asplanchna Brightwellii Hudson-Gosse, 5, p. 122, Taf. 12, Fig. 1.

Fundort: Bahr-el-Gebel bei Mongalla; einige Exemplare.

24. Melicerta ringens Ehrb.

Melicerta ringens Hudson-Gosse, 5, p. 70, Taf. 5, Fig. 1.

Fundort: Tewfikia, Mongalla, Sumpf; nur Bruchstücke der Hülse.

25. Limnias annulatus Bailey.

Limnias annulatus Hudson-Gosse, 5, p. 77, Taf. 6, Fig. 2.

Fundort: Mongalla, Sumpf; nur Bruchstücke der Hülse.

26. Mastigocerca carinata Ehrb.

Mastigocerca carinata Hudson-Gosse, 5, II, p. 60, Taf. 20, Fig. 7.

Fundort: Mongalla, Sumpf; selten.

27. Mastigocerca lophoessa Gosse.

Mastigocerca lophoessa Hudson-Gosse, 5, II, p. 60, Taf. 20, Fig. 10.

Fundort: Tewfikia; nur ein Exemplar.

28. Salpina brevispina Ehrb.

Salpina brevispina Hudson-Gosse, 5, II, p. 84, Taf. 22, Fig. 4.

Fundort: Tewfikia, Mongalla, Sumpf; ziemlich häufig.

29. Salpina macracantha Gosse.

Salpina macracantha Hudson-Gosse, 5, II, p. 84, Taf. 22, Fig. 6.

Fundort: Mongalla, Sumpf; ziemlich häufig.

30. Euchlanis dilatata Ehrb.

Euchlanis dilatata Hudson-Gosse, 5, II, p. 90, Taf. 23, Fig. 5.

Fundort: Mongalla; nur einige Exemplare.

31. Cathypna appendiculata Lev.

Cathypna appendiculata E. v. Daday, 3, p. 110, Taf. 6, Fig. 13.

Fundort: Mongalla, Sumpf; selten.

32. Cathypna leontina Lev.

Cathypna leontina E. v. Daday, 3, p. 108, Taf. 6, Fig. 12, 18.

Fundort: Kodok, Tewfikia, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor, Mongalla, Sumpf; überall ziemlich häufig.

33. Cathypna luna Ehrb.

Cathypna luna Hudson-Gosse, 5, II, p. 94, Taf. 24, Fig. 4.

Fundort: Kodok, Tewfikia, Mongalla, Sumpf; nicht selten.

34. Cathypna ungulata Gosse.

Cathypna ungulata E. v. Daday, 3, p. 111, Taf. 6, Fig. 19.

Fundort: Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; ziemlich häufig.

35. Monostyla bulla Gosse.

Monostyla bulla Hudson-Gosse, 5, II, p. 99, Taf. 25, Fig. 4.

Fundort: Mongalla, Sumpf; nicht selten.

36. Monostyla quadridentata Ehrb.

Monostyla quadridentata Hudson-Gosse, 5, II, p. 100, Taf. 25, Fig. 3.

Fundort: Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; nur einige Exemplare.

37. Anuraea aculeata Ehrb.

Anuraea aculeata Hudson-Gosse, 5, II, p. 123, Taf. 24, Fig. 4.

Fundort: Melut, Kodok, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; ziemlich häufig.

38. Anuraea cochlearis Gosse.

Anuraea cochlearis Hudson-Gosse, 5, II, p. 122, Taf. 29, Fig. 9.

Fundort: Melut; nur vereinzelt.

39. Pterodina patina Ehrb.

Pterodina patina Hudson-Gosse, 5, II, p. 112, Taf. 26, Fig. 11.

Fundort: Tewfikia, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; ziemlich häufig.

40. **Noteus militaris** (Ehrb.).

Brachionus militaris Hudson-Gosse, 5, Sup., p. 52, Taf. 34, Fig. 23.

Fundort: Mongalla, Sumpf, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; nur wenige, typische Exemplare.

41. **Noteus quadricornis** Ehrb.

Noteus quadricornis Hudson-Gosse, 5, II, p. 121, Taf. 28, Fig. 5.

Fundort: Tewfikia; sämtliche untersuchten Exemplare gehörten zu var. *brevispinus* Dad. (3, p. 118, Taf. 6, Fig. 15).

42. **Brachionus Bakeri** Ehrb.

Brachionus Bakeri C. F. Rousselet, 13, p. 328, Taf. 16, Fig. 1 bis 14.

Fundort: Melut, Tewfikia; nicht selten. Die untersuchten Exemplare stehen sehr nahe zu *Br. Bakeri* var. *Melheni* Br. Dad. (3, p. 121, Taf. 7, Fig. 7).

43. **Brachionus caudatus** Bar. Dad.

Brachionus caudatus E. v. Daday, 3, p. 122, Taf. 7, Fig. 11.

Fundort: Melut, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor. Die untersuchten Exemplare stimmen ganz mit den paraguayischen überein.

44. **Brachionus falcatus** Zach.

Brachionus falcatus O. Zacharias, 17, p. 133, Taf. 4, Fig. 4.

Fundort: Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; ziemlich selten.

45. **Brachionus pala** Ehrb.

Brachionus pala Hudson-Gosse, 5, II, p. 117, Taf. 27, Fig. 3; Taf. 28, Fig. 3.

Fundort: Kodok, Tewfikia, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; ziemlich häufig. Unter den untersuchten Exemplaren fand ich am häufigsten solche, deren Panzer hinten mit Seitenfortsätzen bewehrt war, seltener solche, deren Panzer hinten an den Seiten fortsatzlos war.

46. **Brachionus urceolaris** Ehrb.

Brachionus urceolaris Hudson-Gosse, 5, II, p. 118, Taf. 27, Fig. 6.

Fundort: Tewfikia, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor, Mongalla, Sumpf; nur vereinzelt.

47. **Triarthra longiseta** Ehrb.

Triarthra longiseta Hudson-Gosse, 5, II, p. 6, Taf. 13, Fig. 6.

Fundort: Kodok, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor, Bahr-el-Gebel bei Mongalla; nicht häufig.

48. **Pedalion mirum** Huds.

Pedalion mirum Hudson-Gosse, 5, II, p. 132, Taf. 30, Fig. 1.

Fundort: Tewfikia, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; nur einige Exemplare beobachtet.

III. Crustacea.

49. **Cyclops Leuckarti** Cls.

Cyclops Leuckarti O. Schmeil, 16, p. 57, Taf. 3, Fig. 1 bis 8.

Fundort: Melut, Tewfikia, Bahr-el-Gebel bei Mongalla, Mongalla, Sumpf; überall nur vereinzelt.

50. **Cyclops oithonoides** Sars.

Cyclops oithonoides O. Schmeil, 16, p. 64, Taf. 4, Fig. 6 bis 11.

Fundort: Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; einige geschlechtsreife Weibchen und Männchen.

51. **Cyclops phaleratus** C. K.

Cyclops phaleratus O. Schmeil, 16, p. 170, Taf. 8, Fig. 1 bis 11.

Fundort: Mongalla; selten.

52. **Cyclops serrulatus** Fisch.

Cyclops serrulatus O. Schmeil, 16, II, p. 141, Taf. 5, Fig. 6 bis 14.

Fundort: Tewfikia; einige typische Exemplare.

53. **Cyclops varicans** Sars.

Cyclops varicans O. Schmeil, 16, p. 116, Taf. 6, Fig. 1 bis 5.

Fundort: Goz Abu Guma, Tewfikia, Mongalla, Sumpf; ziemlich häufig.

54. **Diaptomus Galebi** Barr.

Diaptomus Galebi J. Richard, 12, p. 27, Fig. 38 bis 42.

Fundort: Geteina, Ed-Duem, Renk, Goz Abu Guma, Melut, Tewfikia, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor, Bahr-el-Gebel bei Mongalla; überall ziemlich häufig.

55. **Chydorus sphaericus** (O. F. M.).

Chydorus sphaericus W. Lilljeborg, 9, p. 561, Taf. 77, Fig. 8 bis 25.

Fundort: Mongalla, Sumpf; nur wenige, nicht ganz gut konservierte Exemplare.

56. **Alonella diaphana** (King).

Alonella diaphana G. O. Sars, 15, p. 60, Taf. 10, Fig. 3*a*, *b*.

Fundort: Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; nur vereinzelt.

57. **Alonella globulosa** (Dad.).

Alonella globulosa E. v. Daday, 3, p. 165, Taf. 10, Fig. 8, 9.

Fundort: Ed-Duem, Tewfikia, Bahr-el-Gebel bei Mongalla, Mongalla, Sumpf; überall ziemlich häufig.

58. **Alonella Karua** (King).

Alonella Karua G. O. Sars, 15, p. 59, Taf. 10, Fig. 2*a* bis *d*.

Fundort: Mongalla, Sumpf; nur vereinzelt.

59. **Pleuroxus laevis** Sars.

Pleuroxus laevis W. Lilljeborg, 9, p. 528, Taf. 73, Fig. 21 bis 22; Taf. 74, Fig. 1 bis 5.

Fundort: Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; nur einige Exemplare beobachtet.

60. **Pleuroxus striatus** Schödl.

Pleuroxus striatus W. Lilljeborg, 9, 531, Taf. 74, Fig. 6 bis 12.

Fundort: Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; selten.

61. **Alona guttata** Sars.

Alona guttata G. O. Sars, 15, p. 51, Taf. 9, Fig. 3, 3*a*.

Fundort: Mongalla, Sumpf; einige typische Exemplare.

62. **Alona intermedia** Sars.

Alona intermedia G. O. Sars, 15, p. 53, Taf. 9, Fig. 4, 4*a*.

Fundort: Mongalla, Sumpf; selten.

63. **Alona pulchella** (King).

Alona pulchella G. O. Sars, 15, p. 37, Taf. 6, Fig. 3, 4.

Fundort: Mongalla, Sumpf; nur wenige Exemplare.

64. **Alona rectangula** Sars.

Lynceus rectangulus W. Lilljeborg, 9, p. 476, Taf. 68, Fig. 30, 31; Taf. 69, Fig. 1 bis 6.

Fundort: Mongalla; ziemlich selten.

65. **Pseudalona longirostris** (Dad.).

Pseudalona longirostris G. O. Sars, 15, p. 87, Taf. 12, Fig. 3*a* bis *b*.

Fundort: Kodok; einige typische Exemplare.

66. **Acroperus harpae** Baird.

Acroperus harpae W. Lilljeborg, 9, p. 418, Taf. 63, Fig. 14 bis 24; Taf. 64, Fig. 1 bis 10.

Fundort: Kodok; sehr selten.

67. **Iliocryptus Halyi** Brady.

Iliocryptus Halyi E. v. Daday, 2, p. 48, Fig. 23*a*, *d*.

Fundort: Kodok; vereinzelt.

68. **Macrothrix Chevreuxi** Gr. Rich.

Macrothrix Chevreuxi J. de Guerne et J. Richard, 4, p. 530, Fig. 3 bis 6.

Fundort: Ed-Duem, Kodok, Tewfikia, Mongalla, Mongalla Sumpf; ziemlich häufig.

69. **Bosmina** sp.

Fundort: Sobatfluß; nur Bruchstücke des Panzers, nicht selten.

70. **Moina dubia** Gr. Rich.

Moina dubia J. de Guerne et J. Richard, 4, p. 527, Fig. 1, 2.

Fundort: Geteina, Ed-Duem, Melut, Kodok, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor, Bahr-el-Gebel bei Mongalla; überall ziemlich häufig.

71. **Moinodaphnia Macleayi** (King).

Moinodaphnia Macleayi G. O. Sars, 15, p. 16, Taf. 3, Fig. 1 bis 10.

Fundort: Mongalla, Sumpf; mehrere Exemplare.

72. **Ceriodaphnia reticulata** (Jur.).

Ceriodaphnia reticulata W. Lilljeborg, 9, p. 184, Taf. 27, Fig. 1 bis 10.

Fundort: Kodok; nur vereinzelt.

73. **Ceriodaphnia Rigaudi** Rich.

Ceriodaphnia Rigaudi E. v. Daday, 3, p. 206, Taf. 13, Fig. 14, 15.

Fundort: Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor; ziemlich häufig.

74. **Simocephalus exspinosus** (Koch).

Simocephalus exspinosus W. Lilljeborg, 9, p. 173, Taf. 25, Fig. 8 bis 18; Taf. 26, Fig. 1 bis 8.

Fundort: Goz Abu Guma, Melut, Bahr-el-Gebel zwischen Kenissa und Bor, Mongalla, Sumpf; überall nicht selten.

75. **Diaphanosoma excisum** G. O. Sars.

Diaphanosoma excisum G. O. Sars, 14, p. 13, Taf. 2, Fig. 1 bis 3.

Fundort: Sobatfluß, Renk, Kodok; überall ziemlich häufig. Diese Art erwähnte schon S. Ekman aus dem Sudan mit der Varietät *longiremis*.

76. **Parasida Szalayi** (Dad.).

Parasida Szalayi E. v. Daday, 2, p. 64, Fig. 33*a* bis *d*.

Fundort: Mongalla, Sumpf; ziemlich häufig.

Die mir vorliegenden Exemplare stimmen im Habitus vollständig mit den Ceyloner sowie mit den von Th. Stingelin aus Sumatra und Siam beschriebenen überein.

Im Habitus steht das Postabdomen dem der Stingelinschen Exemplare näher, der Hinter-, beziehungsweise Rückenrand erscheint wellig, an beiden Seiten mit einer Längsreihe von je neun Dornenbündeln versehen, deren jedes aus fünf verschieden langen, lanzettförmigen Dornen besteht. An der Basis der Endkrallen sitzen bündelweise verschieden lange Borsten.

Der Vorderrand der Rumpfschale ist schwach gerundet, in der ganzen Länge sowie auch am vorderen unteren Winkel entspringen auf gesonderter Basis nach vorn gerichtete lange, glatte Borsten. Der Hinterrand verlauft abschüssig nach hinten und unten, ist nahe zum oberen Winkel etwas vertieft, sodann spitz gerundet, geht unbemerkt in den Bauchrand über, ist in der ganzen Länge mit je einer inneren Reihe sehr feiner Borsten geziert, die bisweilen in Bündeln stehen.

Die ganze Länge der Körper beträgt 0·8 bis 1 *mm*.

77. **Caridina nilotica** (Roux).

Fundort: Goz Abu Guma; ein einziges Exemplar.

IV. Hydracarina.

78. **Hydriphantes incertus** Koen.

Hydriphantes incertus F. Koenike, 7, p. 40, Taf. 3, Fig. 31.

Fundort: Mongalla, Sumpf; ein geschlechtsreifes Männchen und eine Larve.

Die im vorstehenden gekennzeichneten Tierarten lassen sich hinsichtlich ihres Vorkommens in Afrika in zwei Gruppen einteilen, und zwar: 1. in solche, die aus Afrika schon früher bekannt waren, 2. in solche, die aus Afrika bisher nicht bekannt waren. Die größte Zahl der Arten gehört in die erste Gruppe, die folgenden in die zweite Gruppe: *Difflugia amphora* Pen., *Diffl. pristis* Pen., *Centropyxis arcelloides* Pen., *Arcella arenaria* Greeff, *Mastigocerca lophoessa* Gosse, *Cathypna appendiculata* Lev., *Alonella diaphana* (King).

Ich muß noch endlich hier bemerken, daß einige der von mir beobachteten Arten neuerdings von S. Ekman (Cladoceren und freilebende Copepoden aus Ägypten und dem Sudan, in: Results of the swedish zool. Expedition to Egypt and the White Nil 1901) aus Ägypten und dem Sudan schon verzeichnet sind, und zwar die folgenden: *Cyclops serrulatus* Fisch., *Cyclops Leuckarti* Cls., *Diaptomus Galebi* Barr., *Chydorus sphaericus* (O. F. M.), *Moina dubia* Guern. Rich., *Ceriodaphnia Rigaudi* Rich., *Ceriodaphnia reticulata* (Jur.) und *Diaphanosoma excisum* G. O. Sars.

Literaturverzeichnis.

1. Blochmann F., Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers, 1895.
2. Daday E. v., Mikroskopische Süßwassertiere aus Ceylon, 1898.
3. — Untersuchungen über die Süßwassermikrofauna Paraguays, 1905.
4. Guerne J. de et Richard J., Cladocères et Copépodes d'eau douce des environs de Rufisque. — Mém. Soc. zool. de France. Année 1892, tome 5, p. 526.
5. Hudson-Gosse, The Rotifera or wheel Animalcules, 1886—89.
6. Kent Saville, Manual of the Infusoria, 1880—82.
7. Koenike F., Die von Herrn Dr. F. Stuhlmann in Ostafrika gesammelten Hydrachniden. — Jahrb. d. Hamburgischen Wiss. Anstalten, Bd. 10 (1893).

8. Leidy J., Freshwater Rhizopods of North America, 1879.
9. Lilljeborg W., Cladocera Sueciae, 1900.
10. Man J. G. de, Die frei in der reinen Erde und im Süßwasser lebenden Nematoden der niederländischen Fauna, 1884.
11. Penard E., Faune Rhizopodique du Bassin du Léman, 1902.
12. Richard J., Copépodes recueillis par M. le Dr. Th. Barrois en Égypte, en Syrie et en Palestine. — Revue Biolog. du Nord de la France, tome 5 (1892—93).
13. Rousselet Ch. F., Brachionus Bakeri and its varieties. — Journ. Queckett micr. Club, ser. 2, vol. 6, Nr. 40 (1897).
14. Sars G. O., On some australian Cladocera. — Vidensk. Selsk. Forhandl., 1885, Nr. 8.
15. — Contributions to the Knowledge of the Freshwater Entomostraca of South America. — Arch. f. Math. og Naturw., 1901.
16. Schmeil O., Deutschlands freilebende Süßwassercopepoden, 1892—98.
17. Zacharias O., Untersuchungen über das Plankton der Teichgewässer. — Forschungsber. aus d. biol. Station zu Plön, Teil 6, Abt. 2, 1898, p. 89, Taf. 4.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. *Stenocypris Werneri* n. sp. ♀ linke Schale von der Außenseite. Reich. Oc. 6, Obj. 2.
» 2. » » ♀ Schalen von oben. Reich. Oc. 6, Obj. 2.
» 3. » » ♀ rechte Furca. » » 6, » 4.
» 4. » » ♀ linke » » » 6, » 4.
» 5. *Cyprinotus decoratus* n. sp. ♀ rechte Schale von der Außenseite. Reich. Oc. 6, Obj. 2.
» 6. » » ♀ linke Schale von der Außenseite. Reich. Oc. 6, Obj. 2.
» 7. » » ♀ erster Fuß. Reich. Oc. 5, Obj. 4.
» 8. » » ♀ Maxille. » » 5, » 4.
» 9. » » ♀ Furcalanhänge. Reich. Oc. 5, Obj. 2.
» 10. » » ♀ Schalenstück. » » 5, » 2.
» 11. » » ♀ Schalen von oben. » » 6, » 2.
» 12. *Potamocypris lobata* n. sp. ♀ Schalen von oben. Reich. Oc. 6, Obj. 4.
» 13. » » ♀ rechte Schale von der Außenseite. Reich. Oc. 6, Obj. 4.
» 14. » » ♀ linke Schale von der Außenseite. Reich. Oc. 6, Obj. 4.
» 15. » » ♂ linke Schale von der Außenseite. Reich. Oc. 6, Obj. 4.
» 16. » » ♂ Ductus ejaculatorius. Reich. Oc. 5, Obj. 4.
» 17. » » ♀ Vorderrand der rechten Schale. Reich. Oc. 5, Obj. 4.
» 18. » » ♀ Vorderrand der linken Schale. Reich. Oc. 5, Obj. 4.
» 19. » » ♀ Hinterrand der linken Schale. Reich. Oc. 5, Obj. 4.
» 20. » » ♀ zweite Antenne. Reich. Oc. 5, Obj. 4.
» 21. » » ♀ erster Fuß. » » 5, » 4.
» 22. » » ♀ zweiter Fuß. » » 5, » 4.
» 23. » » ♀ Furca. » » 5, » 4.
» 24. » » ♀ Palpus maxillaris. » » 5, » 4.
» 25. » » ♂ rechter Maxillarfußtaster. Reich. Oc. 5, Obj. 4.
» 26. » » ♂ linker » » » 5, » 4.
» 27. » » ♂ Kopulationsorgan » » 5, » 5.

Tafel II.

Fig. 1. *Potamocypris alveolata* n. sp. ♀ rechte Schale von der Außenseite. Reich. Oc. 6, Obj. 4.

» 2. » » ♀ Schale von oben. Reich. Oc. 6, Obj. 4.

» 3. » » ♀ Vorderrand der linken Schale. Reich. Oc. 5, Obj. 4.

» 4. » » ♀ Hinterrand der linken Schale. Reich. Oc. 5, Obj. 4.

» 5. » » ♀ Schalenstück. Reich. Oc. 5, Obj. 7.

» 6. » » ♀ zweite Antenne. » » 5, » 4.

» 7. » » ♀ Maxille. » » 5, » 4.

» 8. » » ♀ zweiter Fuß. » » 5, » 4.

» 9. » » ♀ erster » » » 5, » 4.

» 10. » » ♀ Furcalanhänge. » » 5, » 4.

» 11. *Aglaiella stagnalis* n. sp. ♀ linke Schale von der Außenseite. Reich. Oc. 5, Obj. 2.

» 12. » » ♀ Schalen von oben. Reich. Oc. 5, Obj. 2.

» 13. » » ♀ zweite Antenne. » » 5, » 4.

» 14. » » ♂ » » » » 5, » 4.

» 15. » » ♀ Mandibel. » » 5, » 4.

» 16. » » ♀ Riechstäbchen der zweiten Antenne. Reich. Oc. 5, Obj. 7.

» 17. » » ♂ Riechstäbchen der zweiten Antenne. Reich. Oc. 5, Obj. 7.

» 18. » » ♀ erste Antenne. Reich. Oc. 5, Obj. 4.

» 19. » » ♀ Riechstäbchen der ersten Antenne. Reich. Oc. 5, Obj. 7.

» 20. » » ♀ Maxille. Reich. Oc. 5, Obj. 4.

» 21. » » ♀ Maxillarfuß. » » 5, » 4.

» 22. » » ♀ rechte Furca. » » 5, » 4.

» 23. » » ♀ linke » » » 5, » 4.

Tafel III.

Fig. 1. *Aglaiella stagnalis* n. sp. ♀ Ventralrand der Schale. Reich. Oc. 5, Obj. 4.

» 2. » » ♀ Hinterrand der linken Schale. » » 5, » 4.

» 3. » » ♀ erster Fuß. Reich. Oc. 5, Obj. 4.

» 4. » » ♀ zweiter Fuß. » » 5, » 4.

» 5. » » ♂ Furca. » » 5, » 4.

» 6. » » ♂ rechter Maxillarfußtaster. Reich. Oc. 5, Obj. 4.

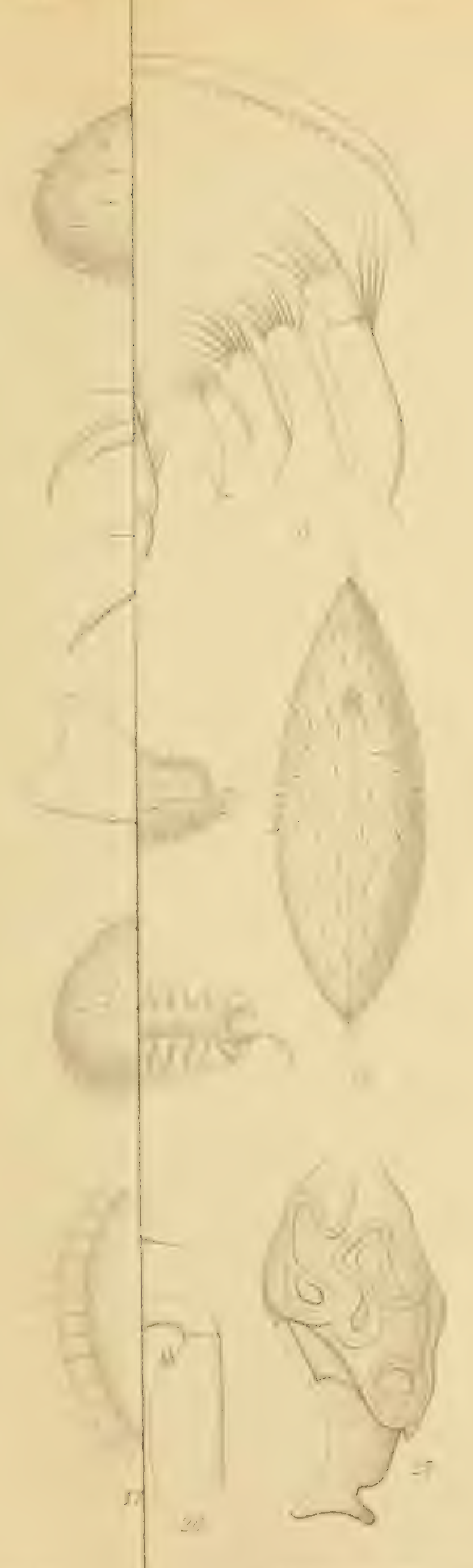
» 7. » » ♂ linker » » » 5, » 4.

» 8. » » ♂ Kopulationsorgan. » » 5, » 4.

» 9. » » ♂ Ductus ejaculatorius. » » 5, » 4.

Fig. 10. *Cytheridea aegyptiaca* n. sp. ♀ rechte Schale von der Außenseite. Reich. Oc. 5, Obj. 2.
» 11. » » ♀ linke Schale von der Außenseite. Reich. Oc. 5, Obj. 2.
» 12. » » ♀ Schalen von oben. Reich. Oc. 5, Obj. 2.
» 13. » » ♀ Schalenstück. » » 5, » 4.
» 14. » » ♀ zweite Antenne. » » 5, » 4.
» 15. » » ♀ erste » » » 5, » 4.
» 16. » » ♀ Palpus mandibularis. » » 5, » 4.
» 17. » » ♀ Maxille. » » 5, » 4.
» 18. » » ♀ erster Fuß. » » 5, » 4.
» 19. » » ♀ zweiter » » » 5, » 4.
» 20. » » ♀ dritter » » » 5, » 4.

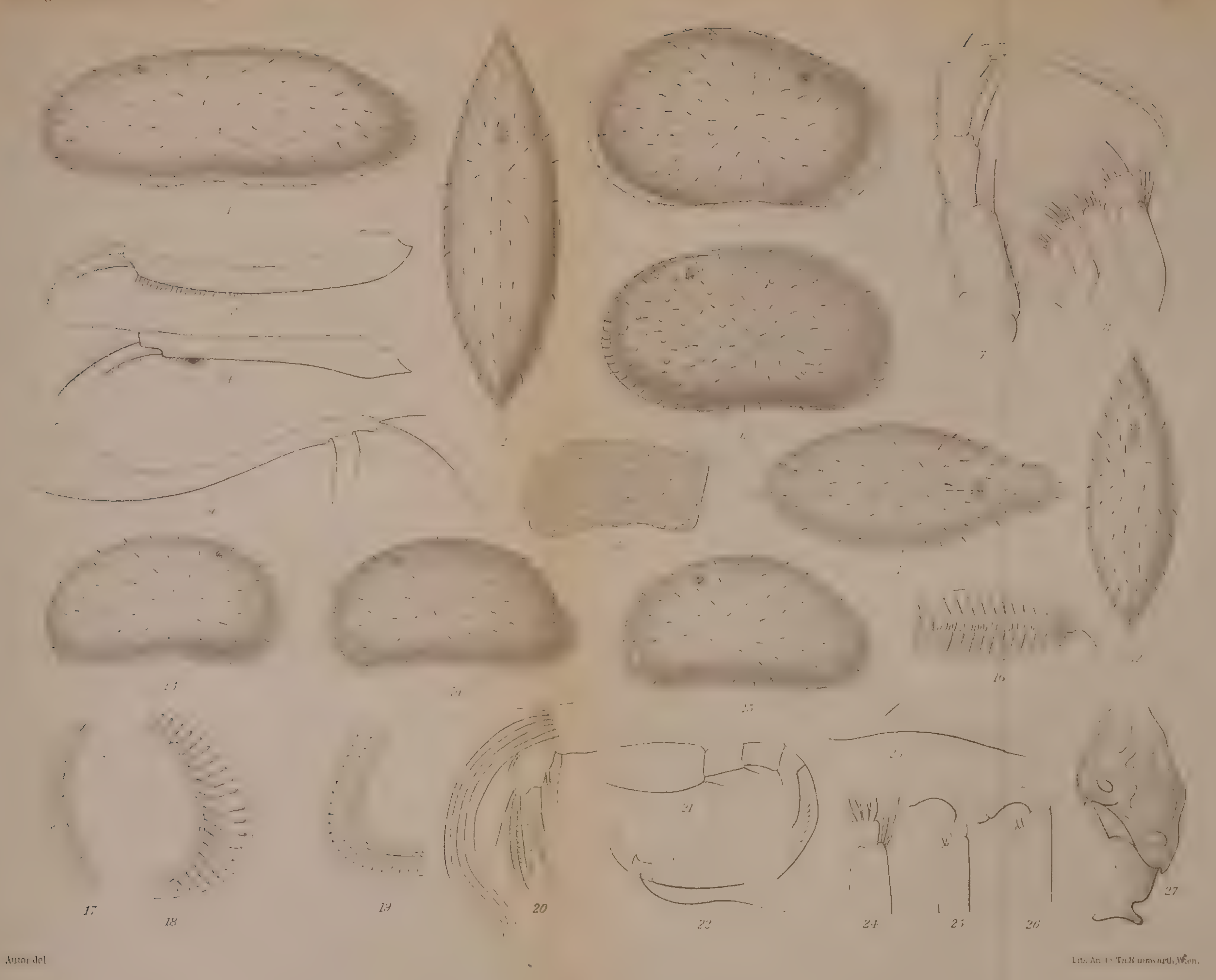




Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien





Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Dadaÿ, E. v.

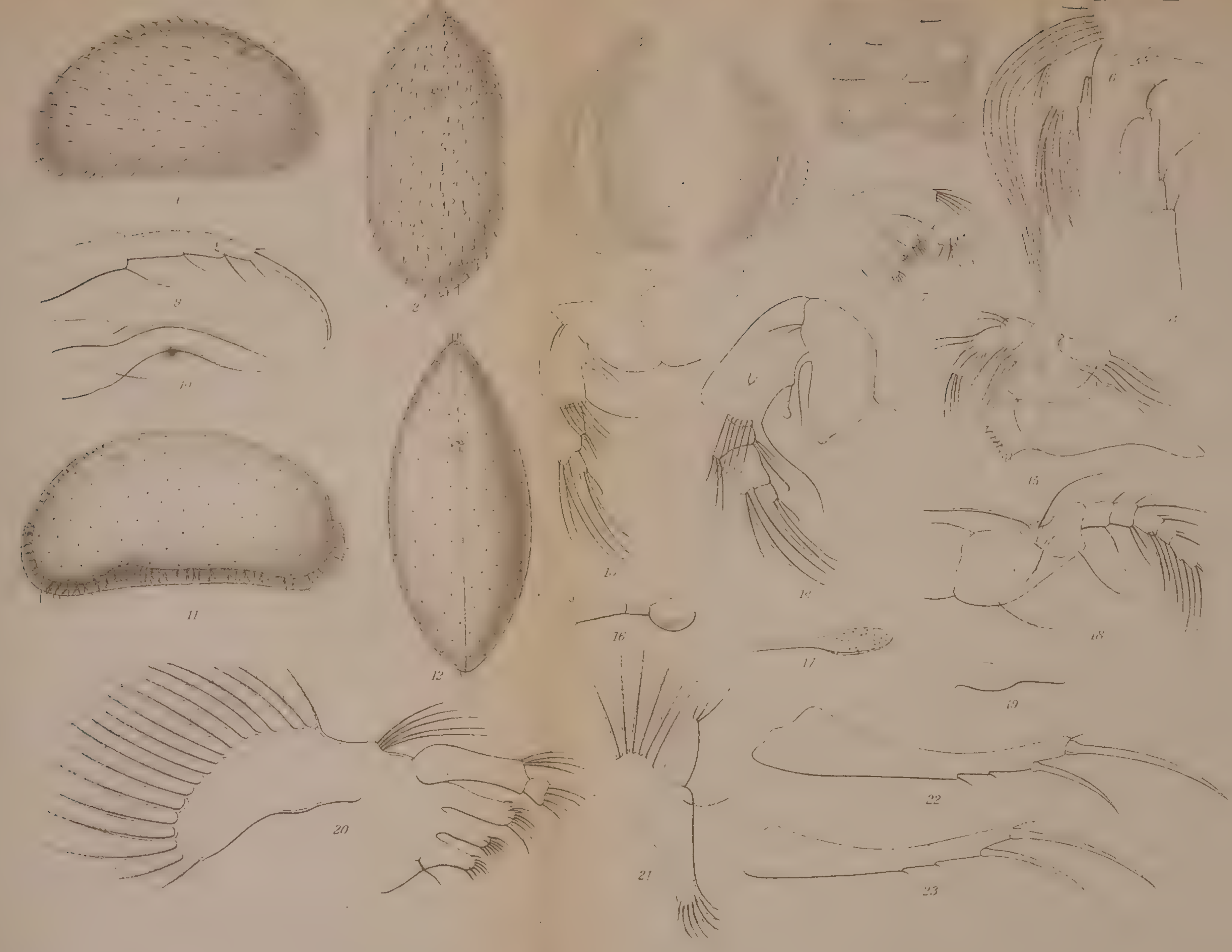
Taf. II.



Autor del.

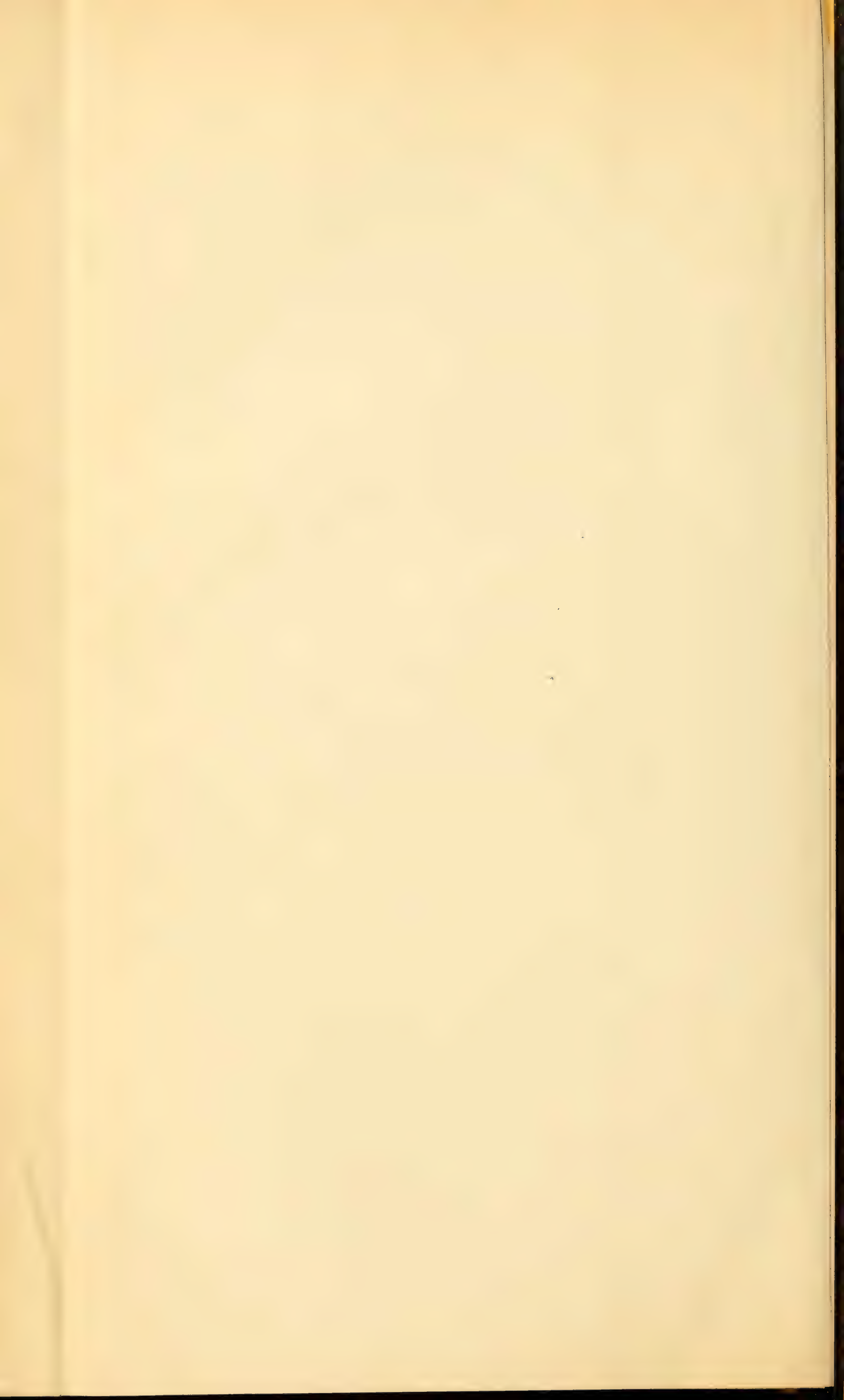
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.





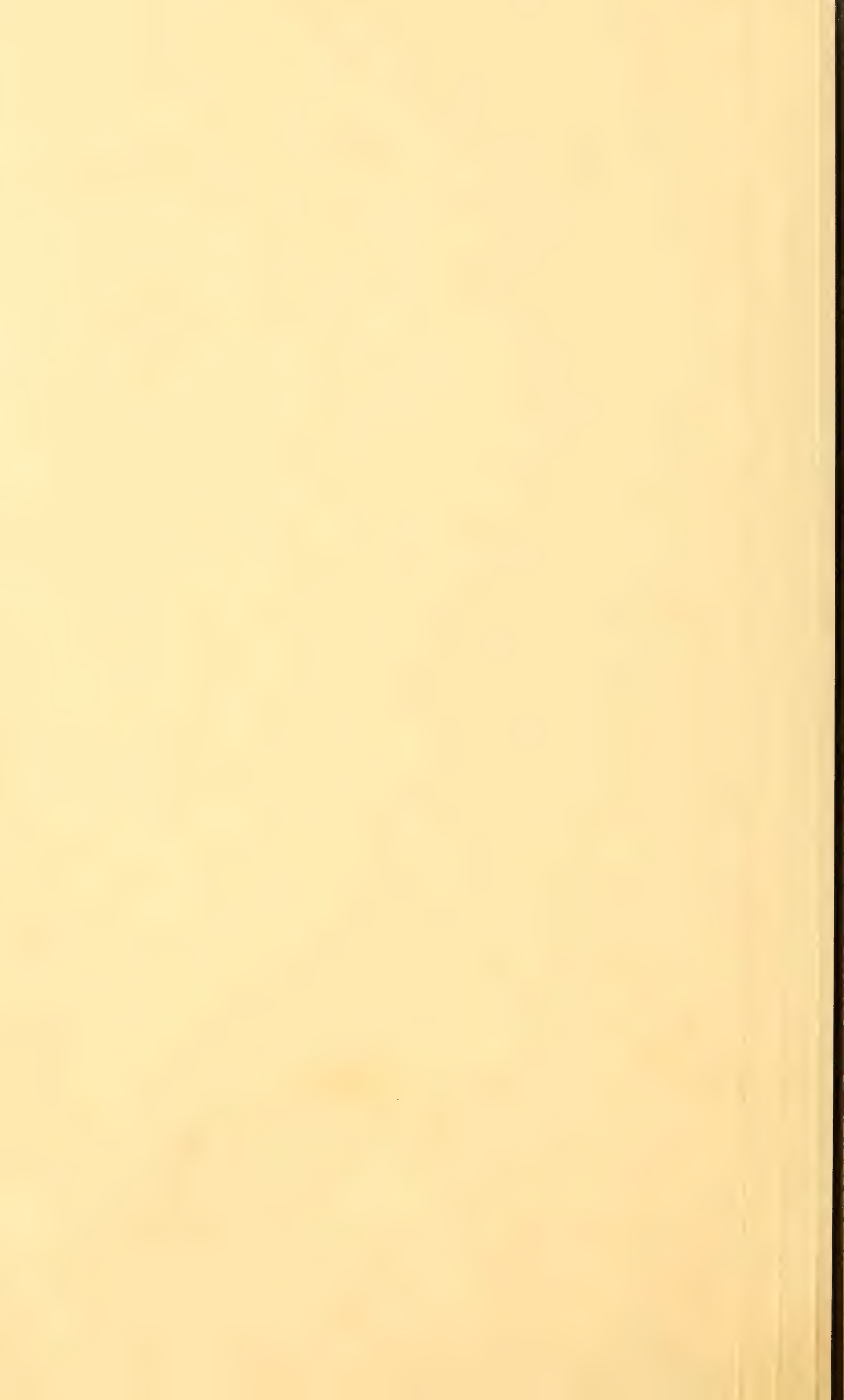
Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



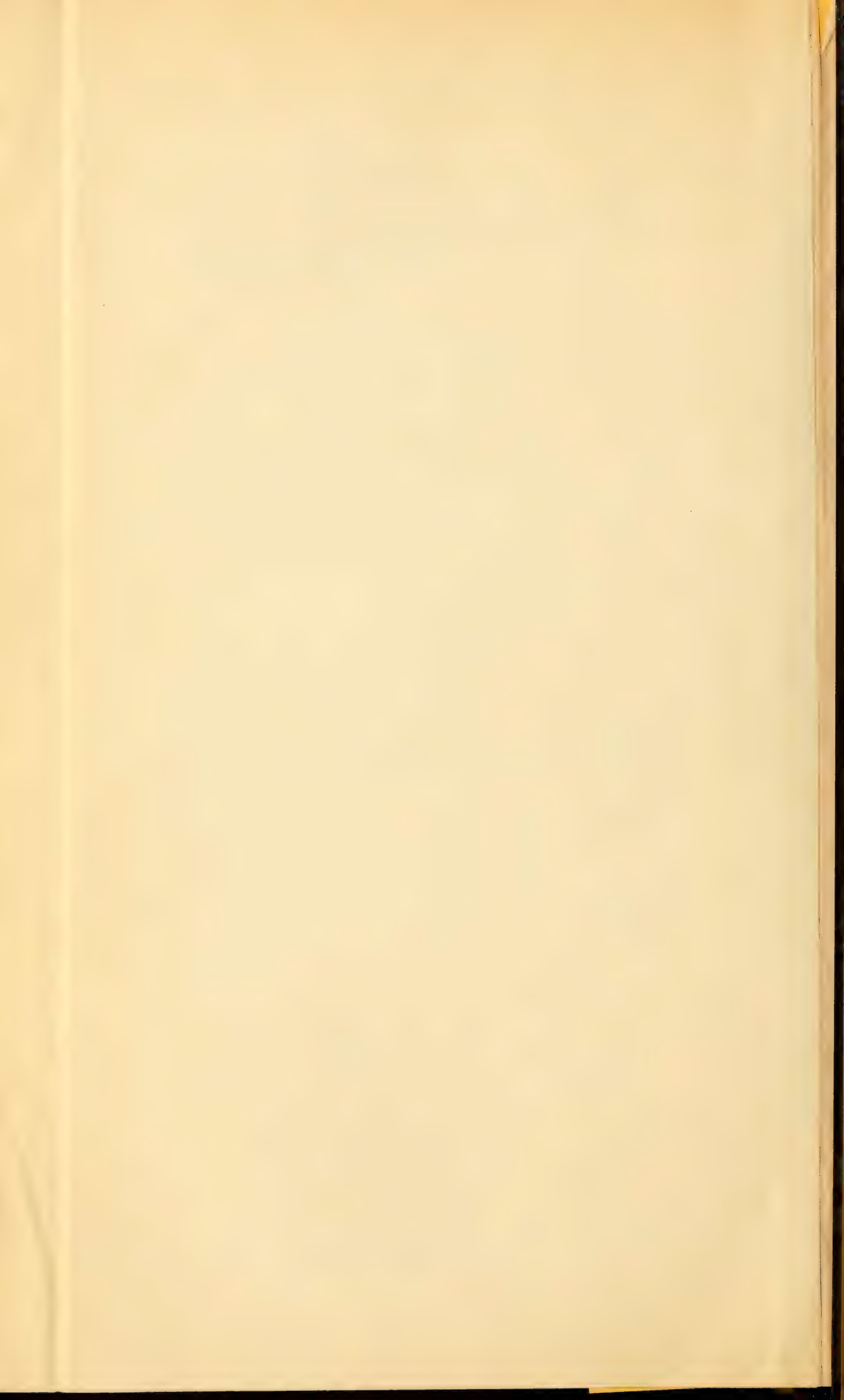
Dad

Autor de





Autor del.



Plankton-Copepoden aus dem Hafen von Brindisi

(Ergebnisse einer von Dr. Ad. Steuer mit Unterstützung des k. k. Ministeriums für Kultus und Unterricht und des Vereines zur Förderung deutscher Kunst und Wissenschaft in Prag unternommenen Studienreise nach Ägypten, II[1])

von

Dr. **Adolf Steuer** (Innsbruck).

(Mit 6 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Juli 1910.)

Als sich unser Dampfer am 14. Juli 1905 in den ersten Nachmittagsstunden dem Hafen von Brindisi näherte, zeigte das bisher schön blaue Wasser einen Stich ins Grünliche, was auf das Vorhandensein reichen Phytoplanktons schließen ließ. Ich benützte daher die Gelegenheit, als der Dampfer stoppte, dazu, rasch ein Planktonnetz auszuwerfen und konnte mich sofort davon überzeugen, daß tatsächlich das Hafenwasser von einem nahezu monotonen Diatomeenplankton erfüllt war. Auch in der nördlichen Adria pflegt es, wie ich schon in meiner Planktonkunde (p. 562) erwähnte, zu derselben Jahreszeit (Juni, Juli) zu derartigen, vorübergehenden Algenwucherungen zu kommen, die indessen immer nur eng an die Küste gebunden zu sein scheinen. Ähnliche Beobachtungen machte schon früher Gran im norwegischen Nordmeer (1902). Er sagt: »Diese kleinen Maxima sind nur dicht an der Küste zu finden und sie sind ziemlich eng lokal begrenzt; darum ist es ganz ausgeschlossen, daß sie von ozeanischen Strömungen hergeführt sein sollten. Ihr Auftreten läßt sich am besten erklären, wenn

[1] I. Siehe diese Berichte, Bd. CXVIII, Abt. I, November 1909.

man annimmt, daß irgendein wichtiger Nährstoff durch die reiche Wucherung der Diatomeen so schnell verbraucht wird, daß das Gleichgewicht gestört wird und die Diatomeen eine Zeit ruhen müssen, bis wieder neue Nährstoffe zugeführt werden. Dicht an der Küste sind ja immer Sporen vorhanden, die sofort die günstigen Entwicklungsbedingungen benutzen können, und hier wird wohl auch eine lebhafte Zufuhr der verschiedenen Nährstoffe vom Lande selbst und durch den Stoffwechsel der littoralen Organismen stattfinden.« Zur Entscheidung der Frage, ob die Sommermaxima des adriatischen Phytoplanktons irgendwie mit stärkeren Auftriebströmungen (im Sinne Nathansohn's) zusammenhängen, liegen mir noch keine Daten vor.

Unter den gefischten Zooplanktonten fallen neben Tintinnen Wurmlarven und unter diesen Turbellarienlarven durch ihre Menge besonders auf. Neben zahlreichen Müllerschen Larven fanden sich auch einige sehr junge Leptoplaniden, die vielleicht aus den Zosteragründen der Küstenregion stammen. Von Vertebraten fand sich in dem Fang nur ein Ei von *Engraulis encrasicholus*.

Im folgenden gebe ich nun die Liste der vorgefundenen Copepoden; die mit einem* bezeichneten Arten sind für die Adria neu.

Fam. **Calanidae.**

Paracalanus parvus (Cls.) ♂, ♀ und Jugendformen. Nicht sehr zahlreich, sonst eine gemeine Form unserer Adria, bisher von Triest (Claus 1881, Car 1884, Graeffe 1902), Vodice und Rieka (Car 1902) bekannt.

Fam. **Centropagidae.**

Centropages kröyeri Giesbr. ♂, ♀ in genügender Anzahl. War in der Adria bisher nur aus dem Triester Golf (Graeffe 1902) bekannt.

Fam. **Pontellidae.**

**Acartia latisetosa* (Kriczagin). Einige ♂ und ♀. Eine sehr auffällige Form, die im männlichen Geschlecht an der Gestalt des fünften Beinpaares, im weiblichen Geschlecht an

der Form des letzten Thoraxsegmentes, der großen, zarten, ventralen Lamelle des Genitalsegmentes und besonders an der einen verdickten Borste der Furkaläste leicht zu erkennen ist. War bisher nur aus dem westlichen Mittelmeer und dem Schwarzen Meer bekannt.

**Acartia italica* n. sp. Zahlreiche ♂ und ♀, war der häufigste Copepode des Fanges.

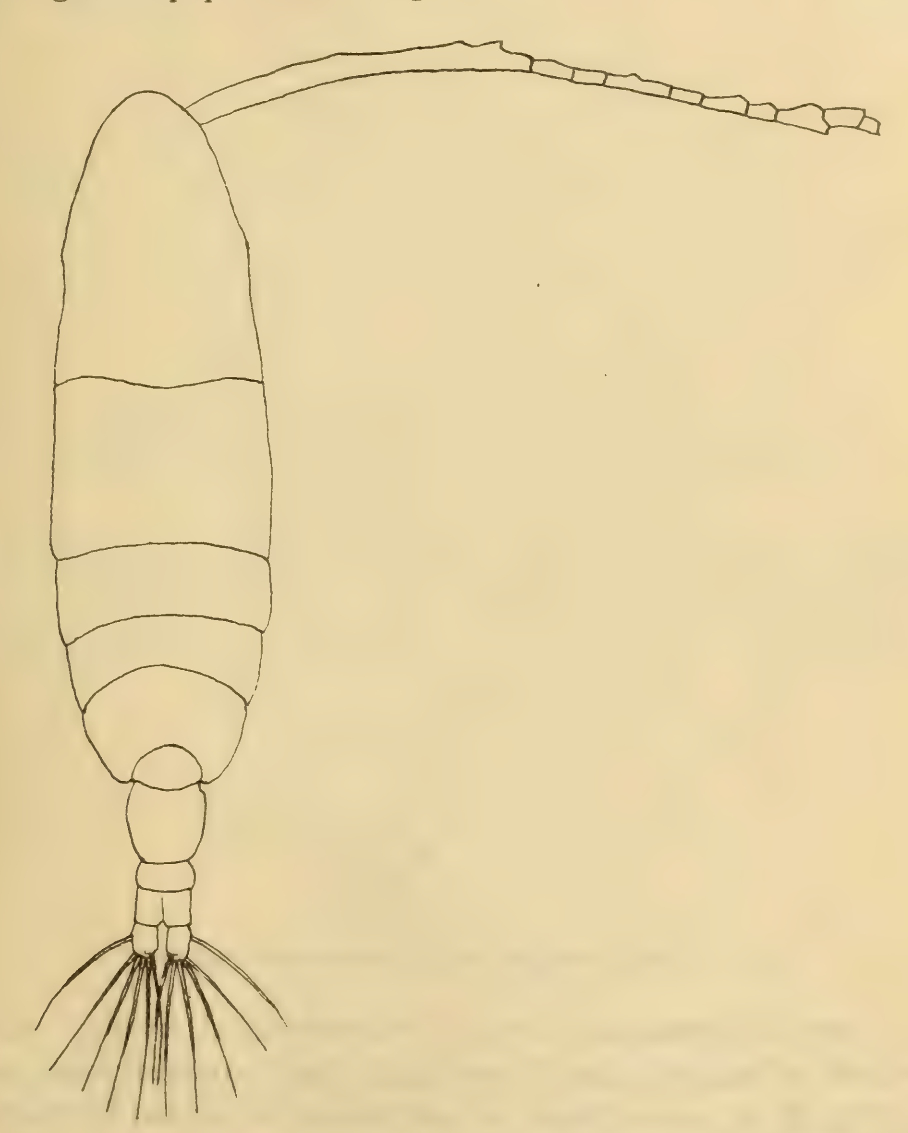


Fig. 1. *Acartia italica* n. sp. ♀ vom Rücken gesehen.

Beschreibung: Länge: 0·7 *mm*. Rostralfäden vorhanden. Letztes (4. + 5.) Thoraxsegment in beiden Geschlechtern abgerundet, beim ♀ (Fig. 1) glattrandig, beim ♂ (Fig. 2) am Unter-

rand ventral einige (3 bis 4) größere, dorsal einige kleinere Stacheln.

Außerdem trägt das letzte Thoraxsegment des ♂ einige zarte Härchen, ein längeres Haar steht mediodorsal auf dem zweiten Thoraxsegment. Am Cephalothorax des Männchen fallen dorsal zwei kleine, mit je einem winzigen Haar besetzte Chitinhöcker auf.

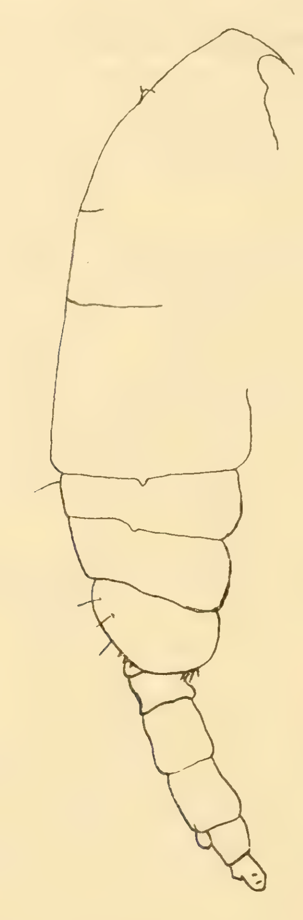


Fig. 2. *Acartia italica* n. sp. ♂ von der Seite gesehen.

Der Vorderrumpf ist beim ♀ dreieinhalbmal, beim ♂ kaum dreimal so lang wie der Hinterrumpf. Das Genitalsegment des ♀ (Fig. 3) ist etwas länger als die beiden folgenden Segmente und ventral flach vorgewölbt.

Die Furca ist beim ♂ so lang wie breit, beim ♀ etwas länger, alle Furcalborsten sind nahezu gleich dick.

Die erste Antenne ist unbedornt und überragt etwas den Vorderkörper.

Das fünfte Beinpaar des ♀ (Fig. 4) zeigt ein vom ersten Gliede des Basipoditen deutlich abgesetztes Mittelglied; dieses ist nicht ganz doppelt so lang wie breit, trägt außen eine feine Borste, innen eine an der Basis verdickte, wenig gebogene

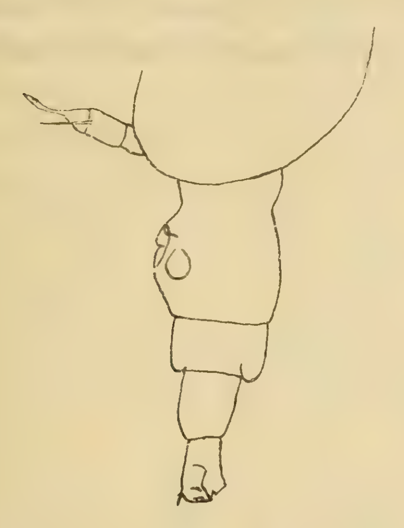


Fig. 3. *Acartia italica* n. s. ♀ Abdomen von der Seite gesehen.

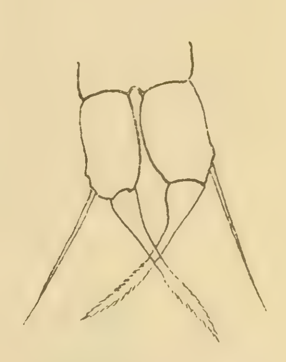


Fig. 4. *Acartia italica* n. sp. ♀ fünftes Fußpaar.

Klaue, die sich distal wieder etwas verbreitert und hier beiderseits deutlich gezähnelt ist. Das erste Glied des männlichen rechten, fünften Fußes (Fig. 5) zeigt proximal einen krummen

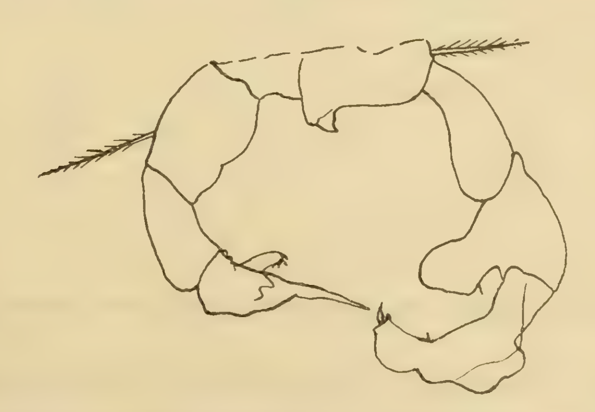


Fig. 5. *Acartia italica* n. sp. ♂ fünftes Fußpaar.

Zahn, am distalen Außenrand eine kleine Fiederborste; der Innenrand des zweiten Gliedes ist schwach konkav, der des dritten Gliedes trägt innen einen großen, stumpfen Fortsatz.

Das stark gekrümmte Endglied mit seinen charakteristischen, unregelmäßigen Umrissen endet in einen kurzen Dorn.

Das dritte oder Endglied des linken Fußes geht in einen ziemlich großen Dornfortsatz aus und trägt außerdem an der Dorsalseite einen Zahn und daran einen abgerundeten, mit Härchen besetzten Chitinlappen.

Eines der untersuchten Weibchen zeichnete sich durch »Riesenwuchs« aus (1 *mm* Länge). Die ersten Antennen waren

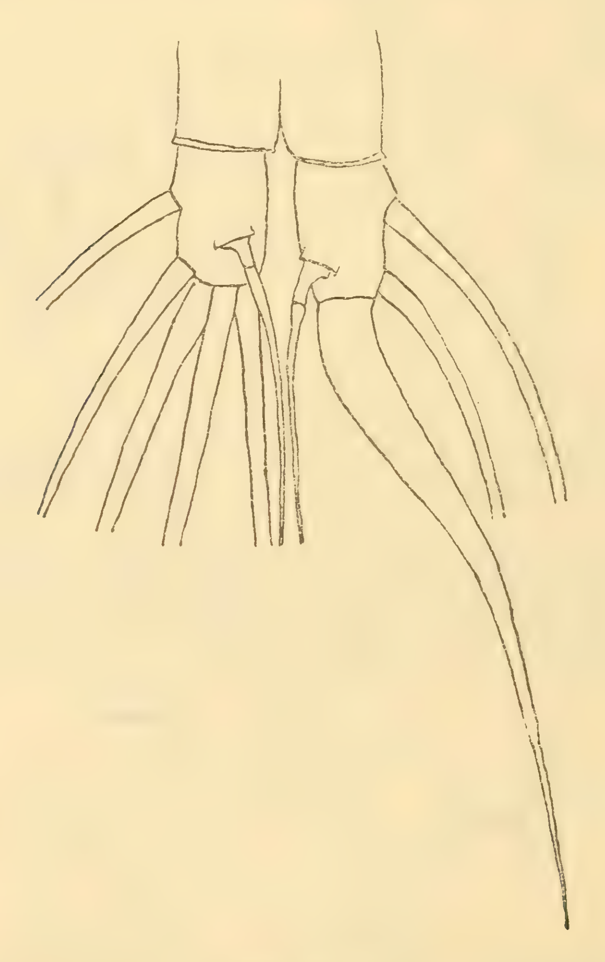


Fig. 6. *Acartia italica* n. sp. ♀ abnorme Furca, vom Rücken gesehen.

etwas länger, überragten sogar, an den Körper angelegt, das Genitalsegment und der Hinterrand des letzten Thoraxsegmentes war nicht kahl, sondern zeigte dorsal einige Zähnchen, wie sie sonst nur bei ♂ beobachtet wurden. In den übrigen Merkmalen, besonders im Bau des fünften Fußpaares glich das Tier vollkommen den normalen Weibchen.

Ein zweites Weibchen hatte bei normaler Größe einen abnorm gebauten, rechten Furcalast (Fig. 6); er war etwas

länger als der linke, die Dorsalborste namentlich entsprechend distal gerückt und die erste, zweite und dritte Endborste waren zu einer einzigen dicken Borste verschmolzen. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß bei der vorerwähnten *Acartia latisetosa* normalerweise der rechte Furcalast länger als der linke ist und daß bei ihr (allerdings an beiden Furcalästen) die zweite Endborste allein verbreitert erscheint. Auch bei *Acartia discaudata* (Giesbr.) sind Furcalborsten an der Basis verdickt, und zwar sind es hier die zweiten und dritten Endborsten.

Verwandtschaft. Die neue Art gehört in die Gruppe *bifilosa-tonsa-giesbrechti*. Von diesen Formen unterscheidet sie sich durch die mangelnde Bewehrung des weiblichen Abdomens und den abweichenden Bau des fünften Fußpaares. Auch ist sie (normalerweise) etwas kleiner als jede der vorerwähnten Arten.

Vorkommen. Wie viele andere Arten dieses Genus scheint auch die vorliegende Form in ihrer Verbreitung an die Küstennähe gebunden, also ein neritischer Planktont zu sein.

Fam. **Harpacticidae (Longipediidae).**

**Longipedia rosea* G. O. Sars. Trotzdem ich von dieser Form nur zwei Jugendstadien im Fange auffinden konnte, glaube ich sie doch mit der 1903 von Sars beschriebenen Art identifizieren zu können. Über ihr Vorkommen schreibt Sars: »Only a very limited number of specimens of this remarkable form have hitherto come under my notice. They were taken at different times, some off the west coast of Norway (Aalesund), some in the Trondhjem Fjord, from rather considerable depths, down to 100 fathoms. Some apparently immature specimens were also picked out of a plankton-sample taken from deep water, a fact that seems to prove that this form is not so absolutely confined to the bottom, as is the case with the other species of this genus.«

Fam. **Cyclopidae.**

Oithona nana Giesbr. Genügend viele ♂ und ♀ dieser weit verbreiteten Form, die in der Adria bisher nur von Car (1902) an verschiedenen Punkten der dalmatinischen Küste gefunden worden war.

Fam. **Corycaeidae.**

Corycaeus obtusus Dana. Nur ein ♂ kam zur Beobachtung. Die Art ist bisher nur von Graeffe (1902) im Triester Golf beobachtet worden.

Corycaeus rostratus Cls. Das einzige aufgefundene ♀ stimmte nicht ganz mit der von Giesbrecht gegebenen Diagnose überein: Die Furca war etwas länger, das ist fast dreimal so lang als breit und mehr als ein Drittel so lang wie das übrige Abdomen. Dieses finde ich mit feinsten Chitinwärzchen besetzt, die auf der Ventralseite von etwas größeren Zähnchenreihen abgelöst werden. Zwei größere Zähnchen stehen dorsoventral auf dem hinteren Teil des Abdomens. Die Art war bisher in der Adria nur von Car (1902) bei Zlarin beobachtet worden.

Literatur.

Car, L. Ein Beitrag zur Copepodenfauna des Adriatischen Meeres. In: Arch. f. Naturg. 50. Jahrgg., 1884.

Car, L. Planktonproben aus dem Adriatischen Meere. In: Zoolog. Anz. XXV. Bd., 1902.

Claus, C. Neue Beiträge zur Kenntnis der Copepoden. In: Arbeiten aus dem Zoolog. Institute Wien. Tom. III. 1880.

Giesbrecht, W. System. und Faunistik der pelag. Copepoden. In: Fauna und Flora des Golfes von Neapel, XIX. Monographie, 1892.

Giesbrecht, W. und Schmeil, O. Copepoda I. Gymnoplea. In: Das Tierreich, 6. Lfrg., 1898.

Graeffe, E. Übersicht der Fauna des Golfes von Triest. V. Crustacea. In: Arbeiten der Zoolog. Institute Wien. Tom. XIII. Heft 1, 1900 (1902).

Gran, H. H. Das Plankton des Norwegischen Nordmeeres. In: Report on Norwegian Fishery- and Marine-Investigations. Vol. II, 1902, Nr. 5.

Nathansohn, A. Vertikale Wasserbewegung und quant. Verteilung des Planktons im Meere. In: Annal. d. Hydrograph. u. Marit. Meteorol. 1906.

Sars, G. O. An Account of the Crustacea of Norway. Vol. V. Copepoda Harpacticoida. Parts I, II. Bergen, 1903.

Steuer, A. Planktonkunde, Leipzig u. Berlin, B. G. Teubner, 1910.

Eine Methode zur Bestimmung der Richtung und Intensität des stärksten diffusen Lichtes eines bestimmten Lichtareals

von

J. v. Wiesner,

w. M. k. Akad.

(Mit 3 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Juli 1910.)

Vorbemerkung.

Die Bestimmung der Richtung des stärksten diffusen Tageslichtes eines bestimmten Lichtareals oder des ganzen Himmels ist ein in physikalischer, insbesondere optischer Beziehung durchaus nicht gleichgültiger Gegenstand. In pflanzenphysiologischer Beziehung ist aber die Kenntnis dieser Richtung geradezu von Wichtigkeit, da zahlreiche im Wachstum begriffene Pflanzenorgane in ihrer Lage durch die in der genannten Richtung erfolgende Strahlung beherrscht werden.

Ich habe vor langer Zeit gezeigt, daß jene Blätter, welche bei der Annahme der fixen Lichtlage dem Licht gegenüber am schärfsten reagieren, sich während ihres Wachstums senkrecht auf die Richtung des stärksten diffusen Lichtes orientieren und nach Beendigung ihres Wachstums in dieser Lage verharren.[1] Ich habe hierauf, als ich die verschiedenen Formen der fixen Lichtlage der Blätter eingehend studierte, diese sich in der genannten Weise zum Lichte orientierenden Blätter als euphotometrische[2] bezeichnet. In Haberlandt's Lehre von den Lichtsinnesorganen spielt gerade das euphotometrische Blatt die Hauptrolle.

---

[1] J. Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen, II. Teil (1880), p. 40 ff. Denkschriften der kais. Akad. der Wissenschaften, Bd. 43.

[2] Biol. Zentralblatt, 1899, p. 1 ff.

Später führte ich den Nachweis, daß bei einseitiger Einwirkung des diffusen Tageslichtes auf positiv heliotropische Keimstengel dieselben sich genau in jene Vertikalebene (Azimut) einstellen, welche der stärksten diffusen Beleuchtung entspricht.[1]

Die Methode, welche ich vor etwa 30 Jahren in Anwendung brachte, um die Beziehung der fixen Lichtlage, insbesondere des euphotometrischen Blattes zur Richtung des stärksten diffusen Lichtes, kennen zu lernen, war zur Feststellung des Tatbestandes ausreichend, aber weil es sich um einen Induktionsbeweis handelte, höchst umständlich und zeitraubend. Es wurde nämlich im diffusen Tageslichte auf Blättern, welche bereits die fixe Lichtlage angenommen hatten, an der Stelle, an welcher sie zur Entwicklung kamen, kleine Streifen von sogenanntem Talbot'schen (photographischem) Papier befestigt, und zwar in der Richtung des Blattes und in verschiedenen Neigungen. Dabei hat es sich herausgestellt, daß die rascheste Schwärzung des Talbot'schen Papiers ausnahmslos in jenem Falle eintritt, in welchem das photographische Papier die Richtung des Blattes einhielt.[2]

Eine andere Methode befolgte ich, um zu beweisen, daß die im einseitig wirkenden diffusen Tageslichte wachsenden Keimstengel in ihrer Richtung durch das stärkste diffuse Licht beeinflußt werden. An dem Orte, wo später die Keimlinge aufgestellt wurden, kamen Zylinder zu stehen, welche rundum von photographischem Papier umschlossen waren. Die Zylinder standen genau aufrecht und das photographische Papier war so angebracht, daß es (im geometrischen Sinne) einem Zylindermantel entsprach. Die so adjustierten Zylinder wurden der Einwirkung des diffusen Tageslichtes so lange ausgesetzt, bis eine lebhafte Färbung des photographischen Papiers eingetreten war. Durch jene Zylinderkante (vertikale Linie des Zylindermantels), welche die stärkste Färbung aufwies, und die Achse des Zylinders geht jene Vertikalebene, welche der stärksten

[1] J. Wiesner, Über Heliotropismus, hervorgerufen durch diffuses Tageslicht. Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft, Bd. XVI (1898), p. 158 ff.

[2] Heliotropische Erscheinungen, II, p. 41.

diffusen Beleuchtung im Sinne der Vertikalen entspricht. Diese Vertikalebene entspricht dem Azimut[1] der stärksten Beleuchtung. In dieser Vertikalebene wenden sich die Keimstengel dem Lichte zu.

Es ist klar, daß hiermit nicht die Richtung des stärksten Lichtes gegeben ist, sondern, wie ja schon auseinandergesetzt wurde, nur die Vertikalrichtung stärkster Beleuchtung, innerhalb welcher der heliotropische Keimstengel stets zu liegen kommen muß. In dieser Vertikalebene (Azimut) sind aber unendlich viele Lagen des Keimstengels möglich. Um die Richtung des stärksten diffusen Lichtes zu finden, wäre aber auch die Bestimmung der Höhe erforderlich.

Diese Ermittlung der Höhe wurde von mir damals nicht vorgenommen. Ich begnügte mich mit der Bestimmung des Azimuts, weil ja jeder heliotropische Pflanzenteil auch geotropisch ist, wodurch der heliotropisch sich orientierende Stengel eine Lageveränderung in vertikaler Richtung erfährt oder erfahren kann.

Meine eben kurz geschilderten photographisch zur Auffindung des stärksten diffusen Tageslichtes bestimmten Methoden sind sehr plump und umständlich. Es sind indes dieselben die einzigen, welche, so viel mir bekannt, bis jetzt zu dem genannten Zwecke in Anwendung gebracht wurden. Von der Unvollkommenheit meiner Methoden überzeugt, war ich bemüht, eine exaktere und wenn möglich expeditivere Methode für die Erreichung des genannten Zweckes ausfindig zu machen.

Zum Erfinden einer solchen Methode fand ich mich um so mehr gedrängt, als ich in der physikalischen Literatur eine solche nirgends beschrieben fand.

Mit Rücksicht auf die eigentümlichen Strahlungsverhältnisse des diffusen Lichtes, welches jeden Punkt von unendlich vielen Richtungen her beleuchtet, und bei dem Umstande, daß die ausschließlich von diffusem Lichte erhellte Fläche des Himmels nicht gleichmäßig beleuchtet wird, ist es von vorneherein sehr unwahrscheinlich, die Richtung des stärksten

---

[1] Azimut wird hier im weiteren Sinne, als Höhenkreis genommen, ohne Rücksicht auf die Entfernung von der Sonne.

Lichtes auf mathematischem oder auf konstruktivem Wege zu finden, und es erscheint insbesondere mit Rücksicht auf die höchst verschiedenartigen Verhältnisse der Beleuchtung der Pflanzen — man denke an die Beleuchtung der Blätter innerhalb der Baumkrone oder an eine im Schatten eines Baumes stehende krautige Pflanze — nötig, diese Richtung empirisch festzustellen. Dabei ist aber von vornherein klar, daß diese Richtung desto mehr durch senkrecht auf eine bestimmte Fläche fallendes Licht gegeben sein wird, je kleiner das zu prüfende Lichtareale ist.

Ich glaube, daß es mir gelungen ist, die angestrebte Methode gefunden zu haben. So einfach nun diese gleich zu beschreibende Methode jetzt erscheinen mag, so war es mir doch erst nach langer Zeit und nach mühevollen Voruntersuchungen geglückt, dieselbe ausfindig zu machen.

Nach dieser Methode erfolgt die Ermittlung der Richtung des stärksten diffusen Tageslichtes ganz unabhängig von den Richtungs- und Lageverhältnissen der Pflanzenorgane in jener rein objektiven, physikalischen Weise, wie ich es schon bei der Ermittlung des Azimuts stärkster diffuser Beleuchtung angestrebt habe.

Eine solche objektive, physikalische Methode ist aber in pflanzenphysiologischer Beziehung nach zwei Richtungen hin höchst wertvoll.

Wenn ich an der Hand einer solchen Methode imstande bin, die Richtung des stärksten diffusen Lichtes zu finden, so ist es weitaus leichter als nach dem bisherigen Verfahren ausfindig zu machen, ob ein Blatt euphotometrisch ist oder nicht. Die bisherige Feststellung beruht ja, wie schon bemerkt, auf einem sehr schleppenden Induktionsverfahren und es tritt nur insoferne eine Erleichterung der Bestimmung ein, als bei entschieden vorherrschender Wirkung des Zenitlichtes, das euphotometrische Blatt genau die horizontale Lage einnimmt. Wenn ich aber, ganz unabhängig von der fixen Lichtlage des Blattes, durch eine rein physikalische Methode die Richtung des stärksten diffusen Lichtes ausfindig zu machen imstande bin, so brauche ich nur nachzusehen, ob das dem untersuchten Lichte ausgesetzte Blatt sich senkrecht auf diese nebenher

ermittelte Richtung stellt oder nicht. Im ersteren Falle ist das Blatt euphotometrisch, im letzteren nicht.

Aber auch mit Rücksicht auf die Lage eines Keimstengels zur Richtung des stärksten Lichtes ist es wünschenswert, durch eine objektive Ermittlung festzustellen, ob sich das Organ nur in das Azimut der stärksten Beleuchtung einstellt oder auch innerhalb dieser Vertikalebene jene Richtung (Höhe) einhält, welche der stärksten Beleuchtung entspricht. Wenn auch diese Höhe erreicht wird, so hat der betreffende Pflanzenteil das Maximum des heliotropisch möglichen Effektes erreicht, er steht dann direkt in der Richtung des stärksten diffusen Lichtes und es ist dann eine weitere heliotropische Krümmung ausgeschlossen: er wächst, wenn die Beleuchtungsverhältnisse sich nicht ändern und natürlich keine anderen Störungen eintreten, in der Richtung des stärksten diffusen Lichtes weiter.

Das Prinzip der Methode.

Läßt man auf einen genau horizontalen, quer über einer weißen, matten Unterlage befestigten dünnen Stab die Sonnenstrahlen fallen, so gibt der Winkel, den der Schatten des Stabes mit dem Horizont einschließt, die Sonnenhöhe an, also die Höhe, in welcher die Sonne über dem Horizont steht. Dreht man das Schattenbild in der Horizontalebene so lange, bis es genau vertikal unter den schattenerzeugenden Stab zu liegen kommt, so gibt die Vertikalebene, welche durch Stab und Schatten geht, das Azimut der Sonne an. Durch Höhe und Azimut ist aber der Stand der Sonne genau bestimmt.

Von diesen Tatsachen gehe ich aus, wenn ich die Richtung des stärksten diffusen Lichtes, z. B. eines abgegrenzten, diffus beleuchteten Himmelsstückes bestimmen will. Jeder Punkt, der von diesem Himmelsstück beleuchtet ist, empfängt Lichtstrahlen von unendlich vielen Seiten, von Strahlen, welche die verschiedenste Intensität besitzen. Wenn dieses Himmelsstück einen Schatten bildet, z. B. von dem oben genannten Stab, so wird dieser Schatten von jenen Strahlen gebildet, welche die größte Intensität besitzen. Dieser Schatten schließt, wie im obigen Falle, mit dem Horizont einen Winkel ein, welcher die Höhe bezeichnet, von welcher diese Strahlen

stärkster Intensität kommen. Drehe ich nun diesen Schatten in horizontaler Richtung so lange, bis er genau vertikal unter den Stab zu liegen kommt, so habe ich das Azimut der stärksten diffusen Beleuchtung gefunden. Wo sich Azimut und Höhe schneiden, ist der Ort der stärksten diffusen Beleuchtung zu finden. Die Verbindungslinie dieses Schnittpunktes mit dem Ort der Beobachtung gibt die Richtung des stärksten diffusen Himmelslichtes an.

Es läßt sich aber auch die Intensität des stärksten diffusen Lichtes ermitteln, am einfachsten auf photochemischem Wege. Der photochemische Nachweis führt hier gewiß zu einem befriedigenden Resultate, nämlich nicht nur mit Rücksicht auf die chemisch wirksamen Strahlen, sondern auch mit Rücksicht auf die zu vergleichenden Lichtstärken, da es sich ja bei dem Vergleich um ein und dasselbe Licht handelt.

Die Auffindung der Intensität des stärksten diffusen Lichtes erhellt aus folgenden Erwägungen.

Die beleuchtete Fläche sei von dem herrschenden Gesamtlichte (J_g) bestrahlt. Nehme ich an, daß der Schatten des Stabes durch Sonnenlicht hervorgerufen wird, so ist die Lichtintensität dieses Schattens genau bestimmt durch die Intensität des neben dem direkten Sonnenlichte wirksamen diffusen Lichtes: Der Schatten des Stabes (J_d) hat geradezu die Intensität des diffusen Lichtes. Nun ist vollkommen klar, daß die Intensität der direkten Sonnenstrahlen (J_s) sich aus den beiden genannten Größen ableiten läßt. Es ist

$$J_s = J_g - J_d.$$

In analoger Weise läßt sich die Intensität des stärksten diffusen Lichtes bestimmen. Bezeichnet J_g die Intensität des diffusen Gesamtlichtes, J_D die Intensität des stärksten diffusen Lichtes, welche ich suche und J_δ die Intensität des Schattenlichtes des Stabes, so ist

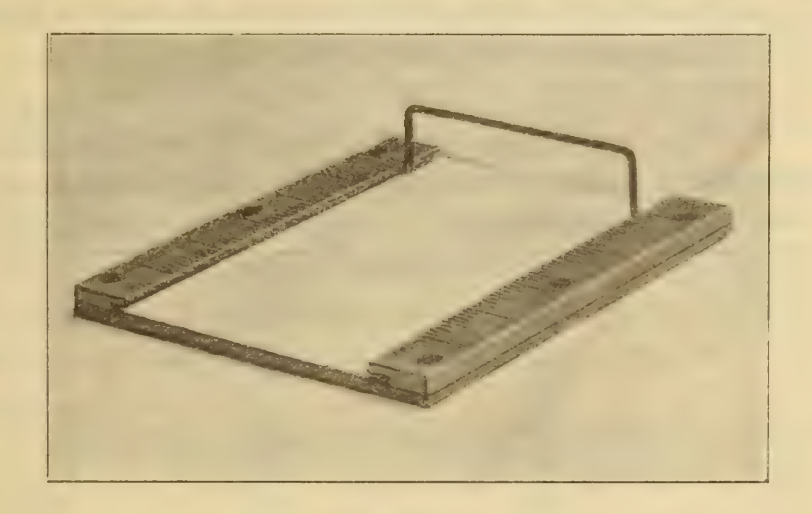
$$J_D = J_g - J_\delta.$$

Das Skioklisimeter.

Nach dem hier entwickelten Prinzipe habe ich einen einfachen Apparat konstruiert, welcher zunächst gestattet, aus der

Lage des Schattens die Richtung des stärksten diffusen Lichtes eines bestimmten Lichtareals zu bestimmen. Ich nenne diesen Apparat »Skioklisimeter«.[1]

Derselbe besteht aus einer 6·5 *cm* langen, 6 *cm* breiten Metalltafel, welche oben mit einem rein- und mattweißen dünnen Karton bedeckt ist, der am Rande der Tafel der Länge nach, rechts und links, von je einem 1 *cm* breiten Metallstreifen festgehalten wird. An diesen beiden Metallstreifen befindet sich eine Millimeterteilung. Über dem Nullpunkte dieser Teilung befindet sich in einer bestimmten Höhe ein mattgeschwärzter



Textfigur 1.

Perspektivisches Bild des Skioklisimeters (photographische Reproduktion).

Draht, der genau parallel zur Tafelfläche zu liegen kommt. Durch rechtwinkelige Abbiegung der beiden Drahtenden und Einfügung derselben in die Metallplatte wird für die Fixierung des schattenwerfenden Drahtteiles gesorgt. Der letztere ist an meinem Apparat so angebracht, daß seine Achse genau 1 *cm* über der Fläche des Kartons zu liegen kommt und die abgebogenen Drahtteile sind so gestellt, daß ihre Achsen in die beiden Nullpunkte der Teilung einschneiden.

Bei der Ablesung der Höhe hat man die Mitte des Schattens — entsprechend der Achse des schattenwerfenden Drahtes — zu wählen.

[1] Abgeleitet aus den Worten σκιά (Schatten), κλίσις (Neigung) und μετρον.

Jedem Millimeterteilstrich entspricht ein bestimmter Höhenwinkel, der sich leicht aus der Höhe des Drahtes über der Projektionsfläche und aus der Entfernung des Schattens vom Anfangspunkt der Teilung durch die bekannte Tangentenformel logarithmisch berechnen läßt. In der nachstehenden Tabelle sind einige der betreffenden Werte angegeben. Es braucht nicht weiter ausgeführt zu werden, daß man auch noch die Werte für halbe Millimeter wird zur Bestimmung heranziehen können, daß aber eine weitere Verfeinerung der Messung nicht empfehlenswert ist, da es sich doch nur um eine approximative Bestimmung handeln kann, welche aber für die oben genannten Zwecke ausreicht.

Millimeter-teilstrich	Höhe in Graden, approximativ ausgedrückt	Millimeter-teilstrich	Höhe in Graden, approximativ ausgedrückt
0	90	14	35
1	84	15	33
2	78	16	32
3	73	17	30
4	68	18	29
5	63	19	27
6	59	20	26
7	55		
8	51	25	21
9	48	30	18
10	45	35	16
11	42	40	14
12	40	45	12
13	37	50	11

Beim Gebrauch des Skioklisimeters wird der schattenwerfende Draht quer zur Lichtfläche gestellt und die Entfernung der Mittellinie des Schattens vom Nullpunkt der Millimeterteilung festgestellt. Fällt beispielsweise die Schattenmitte zwischen die Teilstriche 14 und 15, so wird die Höhe, in welcher die intensivsten Strahlen sich befinden, approximativ 34° betragen.

Die Schattenbreite ist wohl stets mehr oder minder größer als der Durchmesser des Drahtes, woraus ersichtlich ist, daß nicht nur die senkrecht auffallenden Strahlen des diffusen Lichtes bei der Schattenbildung beteiligt sind, sondern auch die benachbarten, schon etwas geneigten Strahlen. Je breiter der Schatten im Vergleiche zum Durchmesser des Drahtes ist, desto mehr wirken von der senkrechten Richtung abweichende Strahlen beim Zustandekommen des Schattens mit. Man kann sich leicht auch eine Vorstellung bilden, wie weit bei einseitiger Beleuchtung durch diffuses Himmelslicht der Schatten an der von der Lichtquelle abgewendeten Seite reichen kann, indem man durch Zeichnung sich vergegenwärtigt, welche Strahlen durch den schattengebenden Draht abgehalten werden, auf die weiße Projektionsfläche des Skioklisimeters zu fallen. Theoretisch ist diese Schattenfläche unendlich groß. Praktisch sieht man entweder von diesem leisen Schatten gar nichts oder nur ein Stück; bei bestimmter Beleuchtung kann die ganze von der Lichtquelle abgewendete Seite der Projektionsfläche im Vergleiche zu der der Lichtquelle zugewendeten Seite dunkler erscheinen.

Je kleiner das Himmelsstück ist, welches bezüglich der Richtung des stärksten diffusen Lichtes geprüft werden soll, desto schärfer wird der Schatten des Drahtes erscheinen, was ja sehr begreiflich ist, weil mit der Verkleinerung des Himmelsstückes die Menge der nicht radial einfallenden Strahlen im Vergleiche zu den radial einfallenden verkleinert wird. Diese letzteren sind es ja eben, welche bei der Schattenbildung am meisten beteiligt sind.

Man wird also mittelst des Skioklisimeters die Richtung des stärksten diffusen Lichtes desto sicherer bestimmen können, je kleiner das zu prüfende Lichtareal ist. Hat man den ganzen diffus beleuchteten Himmel vor sich, so erhält man von einem undurchsichtigen Körper, z. B. von einer vertikal oder horizontal über einer Projektionsfläche fixierten Nadel, oder von dem Drahte des Skioklisimeters gar keinen sichtlichen Schatten. Faktisch werden aber auf der horizontalen Projektionsfläche unendlich viele Schatten erzeugt, die aber alle durch die benachbarten Lichtstrahlen ausgelöscht werden. Daß in der Tat

unendlich viele Schatten gebildet werden, läßt sich durch Abblendung des Seitenlichtes in jedem Azimut nachweisen. In dem Falle also, als der ganze diffus beleuchtete Himmel rücksichtlich der Richtung des stärksten diffusen Lichtes geprüft werden soll, scheint das Skioklisimeter den Dienst zu versagen. Allein, da sich durch die Abblendung zeigen läßt, daß der Drahtschatten mit dem Drahte in eine Vertikalebene fällt, so ergibt sich, daß bei diffus beleuchtetem Himmel, wenn nämlich direktes Sonnenlicht nicht im Spiele ist, der Zenit am stärksten beleuchtet ist, was übrigens bereits durch direkte messende Beobachtungen festgestellt wurde.[1]

Für die pflanzenphysiologische Untersuchung ist es aber von Wichtigkeit, gerade die Richtung des stärksten Lichtes kleiner Lichtareale ausfindig zu machen, namentlich bei Entscheidung der Frage, ob das Blatt einer bestimmten Pflanze euphotometrisch ist oder nicht. Gerade bei schwacher Beleuchtung, wenn die Strahlen nur durch kleine Lücken durchgehen, z. B. in der Laubkrone der Bäume, kommt der euphotometrische Charakter des Blattes am schärfsten zur Geltung.

Benützung des Skioklisimeters zur Ermittlung des euphotometrischen Charakters von Blättern.

Es ist oben schon angedeutet worden, wie umständlich die Feststellung des euphotometrischen Charakters der Blätter sich bisher gestaltet hat.

Hingegen kann man diese Feststellung ebenso sicher, ferner weitaus rascher und exakter mit Zuhilfenahme des Skioklisimeters durchführen. Man bestimmt an dem Orte, wo das auf seinen eventuellen euphotometrischen Charakter zu prüfende Blatt sich befindet, z. B. im Innern der Baumkrone, mittels des Skioklisimeters in der angegebenen Art die Richtung des stärksten diffusen Lichtes und dreht dasselbe an seiner Vorderkante solange nach aufwärts, bis der Schatten des Drahtes mit dem Drahte selbst in dieselbe Ebene zu liegen kommt. Nunmehr hat man der Tafel des Skioklisimeters eine Neigung gegeben, welche senkrecht auf

[1] Wiesner, Der Lichtgenuß der Pflanze. Leipzig, Engelmann, 1907, 44.

die Richtung des stärksten diffusen Lichtes zu liegen kommt; dies aber ist die Neigung, welche das Blatt, wenn es den euphotometrischen Charakter an sich trägt, an dem betreffenden Orte (also unter den gerade da gegebenen Beleuchtungsverhältnissen) einnehmen muß.

Bei der Prüfung der Höhe der Zone stärkster Himmelsbeleuchtung liegt die Tafel des Skioklisimeters horizontal. Wenn der Schatten des Drahtes genau (vertikal) unter den Draht zu liegen kommt, so hat man bei Prüfung des euphotometrischen Charakters des Blattes selbstverständlich keine Drehung der Tafel vorzunehmen, denn es liegt die Tafel bereits in jener Richtung, welche das Blatt, falls es euphotometrisch ist, einnimmt, nämlich horizontal.

Wenn das stärkste Licht die horizontale Lage einhalten sollte, so erhält man auf der horizontal liegenden Tafel des Instrumentes natürlich keinen Schatten, denn dieser fällt in unendliche Entfernung, erreicht also nicht die Projektionsfläche der Tafel. Aber in diesem Fall kann man sich leicht helfen, indem man die Tafel vertikal stellt; fällt der Schatten des Drahtes mit diesem in eine Horizontalebene, so folgt hieraus nicht nur, daß das stärkste diffuse Licht horizontal einfällt, sondern daß die vertikale Richtung der fixen Lichtlage des Blattes unter den gegebenen Beleuchtungsverhältnissen entspricht, natürlich vorausgesetzt, daß das Blatt ein euphotometrisches ist.

Bei stark schräger Richtung der stärksten diffusen Strahlung wird wegen Schwäche und Breite des Schattens die Bestimmung der »Höhe« unsicher. Sicherer kann man in einem solchen Fall die »Höhe« bestimmen, wenn man das Skioklisimeter an seiner Vorderkante solange hebt, bis der Schatten mit den drei Drahtteilen in eine Ebene zu liegen kommt. Die »Höhe« entspricht dann dem Werte $90° - x$, wobei x den Neigungswinkel der Platte des Skioklisimeters ausdrückt. Mit Zuhilfenahme des unten beschriebenen Inklinationsskioklisimeters, welches erlaubt, die Neigung der Metallplatte des Instrumentes zum Horizont zu bestimmen, wird man diese Modifikation der Bestimmung der »Höhe« leicht und sicher durchzuführen imstande sein.

Prüfung der Lage heliotropischer, im diffusen Lichte befindlicher Keimstengel mittels des Skioklisimeters.

Wie oben bereits bemerkt, habe ich schon vor längerer Zeit gezeigt, daß jeder positiv heliotropische Keimstengel sich, um mich der hier gebrauchten Ausdrucksweise zu bedienen, in das Azimut der stärksten Beleuchtung stellt. Innerhalb der hierdurch gegebenen Richtung kann er aber, wie schon früher bemerkt, insbesondere infolge geotropischer Wirkung, zahllose Neigungen annehmen. Mittels des Skioklisimeters ist es ein Leichtes zu bestimmen, ob er genau die Richtung des stärksten diffusen Lichtes erreicht hat, d. h., ob er auch rücksichtlich der »Höhe« der Richtung der stärksten diffusen Beleuchtung folgt. Hat er diese Höhe erreicht, steht er also genau in der Richtung der stärksten diffusen Beleuchtung (nämlich sowohl in Rücksicht auf Azimut, als auf Höhe), so hat er den Geotropismus überwunden und kann bei gleich bleibender Beleuchtung keiner neuen heliotropischen Krümmung unterliegen.

Über diese in theoretischer Beziehung wichtigen Verhältnisse habe ich eingehende Studien angestellt, welche ich erst später besonders veröffentlichen werde, da diese Sache nicht mehr in den Rahmen dieser Abhandlung gehört. In bezug auf die heliotropische Lage der im diffusen Lichte wachsenden Keimstengel wollte ich nur zeigen, daß man mit Zuhilfenahme des Skioklisimeters imstande ist zu bestimmen, ob die Organe die Fähigkeit haben, das Ziel ihrer heliotropischen Bewegung zu erreichen, sich nämlich in die Richtung des stärksten diffusen Lichtes sowohl in Rücksicht auf Höhe als Azimut zu stellen.

Die in dieser kleinen Schrift vorgeführten Tatsachen und Betrachtungen legen die Frage nahe, wie groß der Anteil des stärksten diffusen Lichtes, verglichen mit der gesamten diffusen Strahlung ist. Denn es ist klar, daß bei der Beleuchtung eines euphotometrischen Blattes nur das stärkste, nämlich das senkrecht auffallende Licht, zur Geltung kommt. Nur auf dieses stärkste, senkrecht auf das Blatt auffallende Licht ist die euphotometrische Stellung zurückzuführen. Die seitlichen Strahlen sind ohne faktische Wirkung. Ob sie in dem Blatte

absolut ohne Wirkung bleiben oder ob sich die symmetrisch gelegenen, schief auf das Blatt auffallenden Strahlen in ihrer Wirkung — nämlich in bezug auf die Lage des Blattes — gegenseitig aufheben, ist eine bisher noch unentschieden gebliebene Frage.

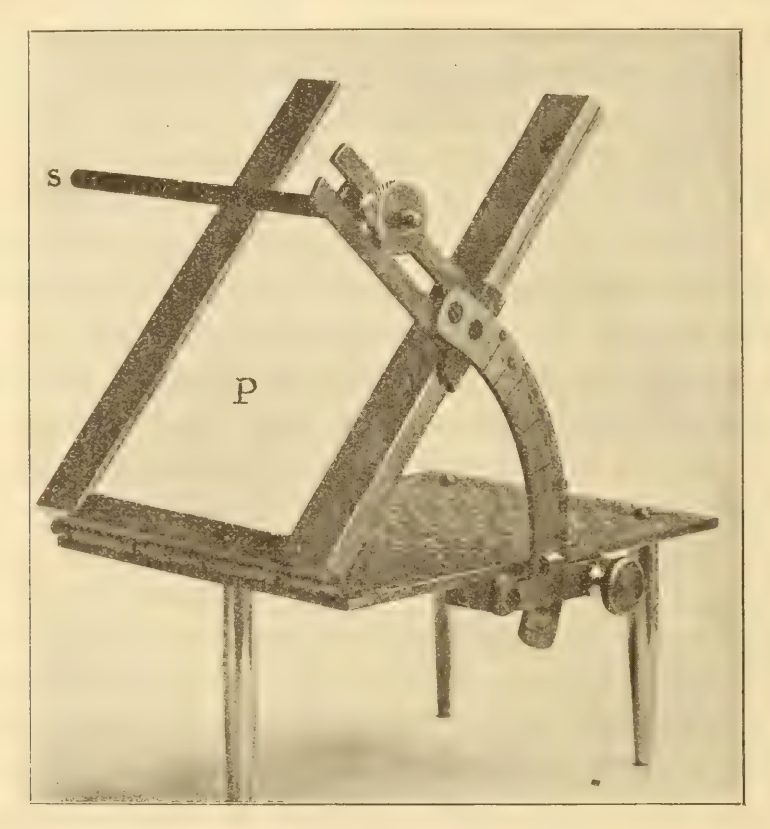
Die bekannte Haberlandt'sche Hypothese der Linsenfunktion der Oberhautzellen und auch deren spätere Modifikation müssen mit den Strahlen relativ stärkster Intensität, also mit den senkrecht auffallenden, rechnen. Da aber die Beleuchtung des euphotometrischen Blattes im diffusen Licht erfolgt, dessen Strahlen von unendlich vielen Seiten kommen, so muß die Frage entstehen: wie groß ist der Anteil der wirksamen Strahlen, verglichen mit der faktischen diffusen Gesamtstrahlung? Daß man diese Frage durch photochemische Messung zu lösen imstande ist, wurde schon oben dargelegt.

In bezug auf das Verhältnis der stärksten diffusen zur gesamten diffusen Strahlung sind zwei Grenzfälle zu unterscheiden, welche bei den natürlichen Beleuchtungsverhältnissen der Pflanze niemals vollständig erreicht werden und in voller Reinheit selbst im Experiment kaum zu realisieren sind. Der eine Grenzwert tritt ein, wenn am Skioklisimeter gar kein Schatten zustande kommt, der andere, wenn vom gesamten diffusen Lichte nur mehr die untereinander parallelen und senkrecht auffallenden Strahlen zur Wirkung gelangen. Eine Annäherung an den ersten Grenzfall stellt sich bei Beleuchtung des Blattes durch die ganze diffuse Beleuchtung des Himmels ein. Eine Annäherung an den zweiten Grenzfall hat man vor sich, wenn ein sehr kleines Himmelsstück ausschließlich wirksam wird.

Aus dieser Betrachtung ist ersichtlich, daß, wenn eine völlig frei exponierte Pflanze im Lichte und durch das Licht ihre Blätter horizontal stellt, ein Fall der Euphotometrie sich einstellt, der von jenem Falle verschieden ist, in welchem fast nur die senkrecht auf das Blatt fallenden vorhanden sind. Im ersteren Falle wirkt ein sehr großer Teil des Lichtes beim Zustandekommen der fixen Lichtlage gar nicht mit, ist, wie schon bemerkt, entweder bei der Einstellung des Blattes zum Lichte gar nicht beteiligt, oder es kompensieren sich die

symmetrisch auffallenden Strahlen in ihrer Wirkung auf die Lage des Blattes, im zweiten Falle herrschen fast nur jene Strahlen, welche die Lichtlage des Blattes bewirken.

Das Verhältnis des stärksten diffusen Lichtes zum gesamten diffusen Lichte wird abhängig sein von der Lage der Ebene, auf welcher der Schatten aufgefangen wird, von der Dicke des Drahtes, welcher am Skioklisimeter den Schatten

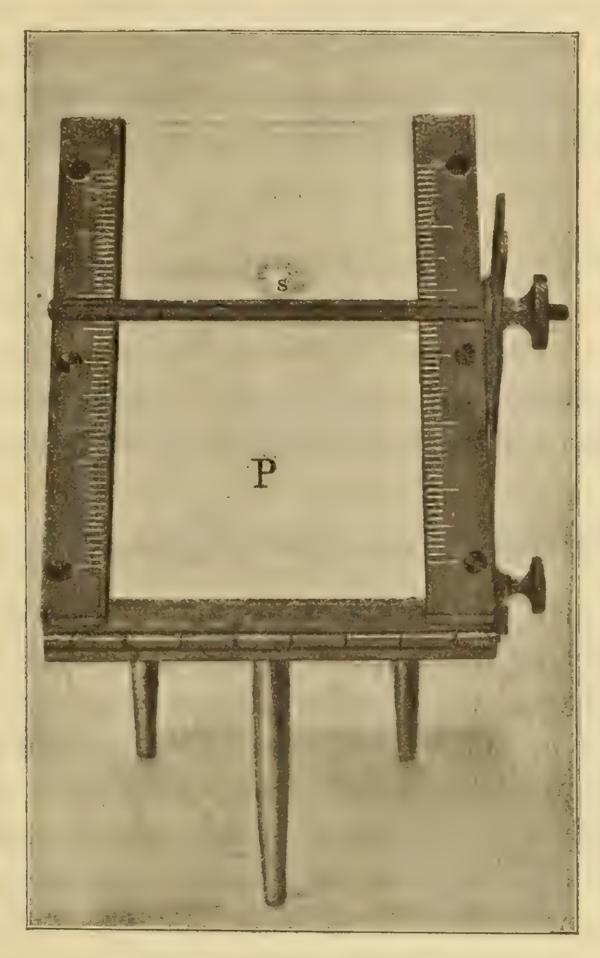


Textfigur 2.
Perspektivisches Bild des Inklinationsskioklisimeters (photographische Reproduktion).

erzeugt und von der Entfernung des Drahtes von der Fläche, auf welcher Schatten entworfen wird.

Je mehr die schattenauffangende Fläche (Projektionsfläche) sich der zum Einfall der stärksten Strahlen des diffusen Lichtes senkrechten Lage nähert, je mehr der Draht der Projektionsfläche sich nähert und je größer der Durchmesser des Drahtes ist, desto lichtschwächer (dunkler) wird der Schatten sein, desto größer erscheint die Intensität der stärksten Strahlen, verglichen mit dem gesamten diffusen Lichte.

Ich habe zahlreiche einschlägige Messungen vorgenommen, welche ich hier nicht mitteile, da auch diese Beobachtungen außerhalb des Rahmens dieser Abhandlung fallen. Es sollte durch die zuletzt angeführten Bemerkungen nur gezeigt werden, daß das Skioklisimeter zur relativen Bestimmung der Intensität



Textfigur 3.

Vorderansicht des Inklinationsskioklisimeters (photographische Reproduktion). Der Stab *s* steht quer über der Projektionsfläche *P*. Diese schließt mit der Vertikalen einen Winkel von etwa 30° ein.

der stärksten Strahlen des diffusen Lichtes herangezogen werden kann.

Für die Zwecke der Intensitätsbestimmung ist es erforderlich, dem Skioklisimeter eine besondere Form zu geben, nämlich die Neigung der Projektionsfläche veränderlich zu machen und durch einen passend angebrachten Gradbogen den Winkel zu

bestimmen, den die Projektionsfläche mit dem Horizont einschließt. An dieser Modifikation des Apparates, welchem ich den Namen Inklinationsskioklisimeter[1] gebe, hat der schattengebende Draht einen Durchmesser von 3 *mm* und kann durch eine Klemmvorrichtung gehoben und gesenkt werden. Wie schon oben angedeutet, wird das Verhältnis des stärksten diffusen Lichtes zum diffusen Gesamtlichte photochemisch bestimmt. Zu diesem Behufe muß der schattenwerfende Draht dicker sein als bei dem gewöhnlichen Skioklisimeter.

Die dem Text beigegebenen photographischen Aufnahmen des Skioklisimeters und des Inklinationsskioklisimeters wurden von Herrn Dr. A. Jenčić, Assistenten am pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität, besorgt. Ich danke dem genannten Herrn für seine Mühewaltung.

Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

So wie man aus der Lage des Schattens, den ein horizontal liegender, über einer ebenso orientierten weißen Fläche in bestimmter Höhe angebrachter dünner Stab im Sonnenlicht entwirft, die Sonnenhöhe bestimmen kann, so läßt sich aus der Schattenlage, die ein solcher Stab bei diffuser Beleuchtung aufweist, die Richtung der stärksten diffusen Beleuchtung, zunächst mit Rücksicht auf die »Höhe« bestimmen.

Und so wie man das Azimut der Sonnenposition findet, indem man den schattenwerfenden Stab so lange in einer Horizontalebene dreht, bis der Stab mit seinem Schatten in eine Vertikalebene fällt, so läßt sich das Azimut der stärksten diffusen Beleuchtung finden, wenn man in analoger Weise Stab und Schatten in eine Vertikalebene bringt.

Durch »Höhe« und »Azimut« ist aber die Richtung des stärksten diffusen Lichtes genau bestimmt.

---

[1] Herr Universitätsmechaniker Castagna hat die beiden oben genannten Arten des Skioklisimeters nach meinen Angaben ausgeführt und ist bereit, dieselben auf Bestellung zu liefern.

Auf diesem Prinzipe beruht ein Apparat (Skioklisimeter), welcher gestattet, die Richtung des stärksten diffusen Lichtes sowohl mit Rücksicht auf »Höhe« als »Azimut« zu finden.

Dieser Apparat erlaubt bei etwas modifizierter Ausführung auch eine Bestimmung der Intensität des stärksten diffusen Lichtes nach der von mir modifizierten Bunsen-Roscoe'schen photochemischen Methode.

Ist J_g die Intensität des gesamten diffusen Lichtes des zu prüfenden Lichtareals, J_δ die Lichtintensität des auf die Projektionsfläche fallenden Schattens des Stabes, so ist die Intensität des stärksten diffusen Lichtes (J_D) aus folgender Gleichung zu bestimmen:

$$J_D = J_g - J_\delta.$$

Mit Zuhilfenahme des Skioklisimeters läßt sich in einer sehr einfachen Weise feststellen, ob ein Blatt den euphotometrischen Charakter hat. Man sucht den Schatten im diffusen Lichte auf, welcher die »Höhe« der stärksten diffusen Beleuchtung angibt und dreht an der Vorderkante des Apparates dessen Projektionsfläche, d. i. jene Fläche, welche den Schatten aufzunehmen bestimmt ist, so lange empor, bis der dreiteilige schattenwerfende Stab des Apparates mit dem Schatten in eine Ebene fällt. Die Neigung dieser Fläche steht senkrecht auf der Richtung des stärksten diffusen Lichtes. Wenn das zu prüfende Blatt euphotometrisch ist, so muß seine Lage mit jener der gesuchten Fläche übereinstimmen.

Mittels des Skioklisimeters läßt sich auch feststellen, ob ein heliotropisches Organ das Ziel seiner Richtungsbewegung erreicht, nämlich sich in die Richtung des stärksten diffusen Lichtes gestellt hat, wobei die geotropische Gegenwirkung aufgehoben erscheint.



Fragmente zur Mykologie

(XI. Mitteilung, Nr. 527 bis 573)

von

Prof. Dr. **Franz v. Höhnel,**
k. M. k. Akad.

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Juni 1910.)

527. Kullhemia moriformis (Ach.) Karst.

Der Pilz wurde von Acharius als *Arthonia*, von Fries als *Dothidea*, von Nylander als *Triblidium* betrachtet (siehe Fries, Syst. mycol., 1823, II. Bd., p. 549; Observat. mycol., 1818, p. 349, Taf. V, Fig. 5). Karsten stellte die Dothideaceengattung *Kullhemia* für ihn auf (Meddelling. societ. pro Fauna et Flora faunica II, 1877, p. 182).

Winter (Die Pilze, II, Gymnoasc. und Pyrenomyc., p. 913) untersuchte ein Karsten'sches Originalexemplar desselben und fand, daß es ein ganz unzweifelhafter Discomycet ist. Er hält es für fraglich, ob der Karsten'sche Pilz mit dem Fries'schen identisch ist.

Rehm (Ann. mycol., 1906, IV. Bd., p. 407) hält *Kullhemia* für eine Entwicklungsstufe einer Dothideacee.

Aus Upsala erhielt ich von demselben nur ein von Karsten gesammeltes Exemplar aus Finnland, das als *Dothidea moriformis* (Ach.) bezeichnet war. Vergleicht man dasselbe mit Fries' Abbildung, so erkennt man, daß dasselbe offenbar mit dem Pilze, den dieser von Acharius erhielt, identisch ist. Das eigentliche Typusexemplar scheint nicht mehr zu existieren. Ich halte daher den Karsten'schen Pilz für identisch mit dem von Fries gemeinten. Leider ist das untersuchte Exemplar ganz unreif, da in den Asci noch keine Sporen entwickelt sind. Medianschnitte zeigen, daß Winter's Auffassung, daß der Pilz

ein Discomycet ist, richtig ist. Man sieht ein Discomyceten-hymenium, das nur aus Asci zu bestehen scheint. Darunter ist ein etwa 160 μ dickes, undeutlich-zelliges Hypothecium. Das Excipulum ist opak-kohlig, außen rauh und 50 bis 60 μ dick. Dasselbe geht oben in eine dicke, kohlige, zerrissene, bis 120 μ dicke Schichte über, welche das Hymenium bedeckt und schließlich abgeworfen wird. Diese Schichte ist mit dem Hymenium verwachsen und besteht aus mehreren Lagen, die sich nach und nach ablösen.

Vergleicht man den Pilz mit *Pseudographis pinicola,* so erkennt man die nahe Verwandtschaft beider. *Pseudographis* ist nach Rehm eine Pseudophacidiee. Sie wird aber richtiger als Tryblidiacee betrachtet, welche eigentlich ganz hervorbrechende Pseudophacidieen sind und daher neben diese gestellt werden müssen.

Alle diese Pilze sind aber ganz nahe mit den Dothideaceen verwandt und keine typischen Discomyceten, so daß die Auffassung Karsten's auch ihre Berechtigung hat, der die *Kullhemia* als Dothideacee betrachtet (siehe Fragm. z. Myk., 1909, VI. Mitt., Nr. 242).

528. **Mollisiella** Phillips und **Unguiculariopsis** Rehm.

Massee hat im Journ. Linn. Soc., 1895 bis 1897, 31. Bd., p. 522, Taf. XVIII, Fig. 15 bis 18, *Peziza (Dasyscypha) hysterigena* B. et Br. (Journ. Linn. Soc., 1873, XIV. Bd., p. 106), *Peziza ilicincola* B. et Br. (Ann. Magaz. nat. hist., 1867, Ser. III, Bd. VII, p. 450, Taf. 16, Fig. 17) und *Peziza Ravenelii* B. et C. (= *Cenangium Ravenelii* (B. et C.) Sacc. Syll. Fung., 1889, VIII, p. 568) für miteinander identisch erklärt.

Die Untersuchung der drei Originalexemplare aus dem Herbar Kew hat mir aber gezeigt, daß zwei verschiedene Arten vorliegen.

1. *Peziza hysterigena* B. et Br. ist nach dem Originalexemplare eine typische Cenangiee mit kugeligen Sporen und mit einzelligen, pfriemlichen, spitzen Haaren bekleideten Apothecien. Sie stellt eine neue Gattung dar, die ganz so wie *Midothiopsis* P. Henn. (Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 17) gebaut ist und sich von dieser Gattung durch die Behaarung unter-

scheidet. Ich nenne diese Gattung *Encoeliella.* Es ist ein *Cenangium (Encoelia)* mit behaarten, kleinen Apothecien und kugeligen Sporen.

Encoeliella n. G.

Ascomata kurzgestielt, mit dickem, plectenchymatisch-faserigem Hypothecium und parenchymatischem Stiel. Excipulum aus senkrecht zur Oberfläche stehenden Parallelreihen von Parenchymzellen bestehend, die außen kleiig zerfallen. Asci keulig-zylindrisch. Paraphysen fädig, Sporen kugelig, hyalin, einreihig. Apothecien außen (wenigstens anfänglich) dicht mit einzelligen, pfriemlichen Haaren bedeckt.

Der Bau der *Peziza hysterigena* B. et Br. ist folgender:

Das Hypothecium ist dick und faserig-plectenchymatisch aufgebaut. Das Excipulum ist gut entwickelt und besteht aus derbwandigen, rundlichen, 5 bis 8 μ großen Zellen, die mehr minder deutlich in nach außen gerichteten radialen Reihen stehen, welche zum Teile vorstehen und eine feinkleiige Beschaffenheit der Ascomata bewirken. Die innere Hauptpartie des bis 80 μ dicken Excipulums ist dunkelbraun, die äußersten Zellschichten sind fast hyalin und zerfallen in ihre rundlichen Elemente. Oben, gegen den Rand, stehen stark hakig gekrümmte, sehr dünne, kurze, dickwandige hyaline Haare in mehreren Reihen. Die bis 60 μ dicke Hymenialschichte besteht aus fädigen, 1·5 bis 2 μ dicken, oben manchmal bis auf 3 μ keulig verbreiterten hyalinen Paraphysen und zylindrischen, oben stumpfen, unten kurzstielig verschmälerten, 36 bis 55 ≈ 5 bis 6 μ großen Asci, die acht in einer Reihe stehende, kugelige, hyaline, mit einem Öltröpfchen versehene, 4 μ große Sporen enthalten. Der graulich-bräunliche Pilz ist anfänglich geschlossen krugförmig, fast gestielt, später flach ausgebreitet, öfter zu zwei bis drei büschelig verbunden und 0·5 bis 1·5 *mm* breit.

Der Pilz hat *Encoeliella Ravenelii* (B. et C.) v. H. zu heißen, da *Peziza Ravenelii* B. et C. damit identisch ist, aber früher aufgestellt wurde.

2. *Peziza Ravenelii* B. et C. ist nach dem Originalexemplare offenbar nur eine wenig abweichende Form von *P. hysterigena.* Während bei letzterer die Behaarung nur gegen den Rand der

Ascomata zu sehen ist, greift sie hier tiefer und bedeckt oft die ganze Außenseite des Excipulums. Dies hängt aber damit zusammen, daß die äußeren Zellen des Excipulums die Neigung haben, sich abzurunden und voneinander zu trennen. Sie fallen schließlich ab und damit geht von unten nach dem Rande hin die Behaarung allmählich verloren. Dieser Prozeß ist nun bei *P. hysterigena* weiter vorgeschritten, daher sehen die Medianschnitte durch diese ganz anders aus als bei *P. Ravenelii.* Im übrigen ist zwischen diesen zwei Formen, die beide auf Hysteriaceen schmarotzen, kein greifbarer Unterschied zu finden.

3. *Peziza ilicincola* B. et Br. ist der Typus des Subgenus *Mollisiella* Phillips (Brittish Discomycetes, London, 1887, p. 193). Saccardo faßt *Mollisiella* in einem viel engeren Sinne auf und versteht darunter jene Arten von *Pseudohelotium* Fuckel (Symb. mycol., 1869, p. 298), welche kugelige Sporen haben. Der Typus der Gattung *Pseudohelotium, Ps. pineti* (Batsch) Fuck. hat aber kahle Ascomata, während *Mollisiella ilicincola* (B. et Br.) Phill. behaart ist, trotzdem aber als Typusart bei *Mollisiella* (Syll. Fung., 1889, VIII, p. 304) angeführt wird. Daraus geht hervor, daß *Mollisiella* nicht als Subgenus von *Pseudohelotium* betrachtet werden kann und eine eigene Gattung ist, als welche sie auch 1906 in Sacc. Syll. Fung., XVIII. Bd., p. 64, aufgestellt erscheint.

Der Pilz hat *Mollisiella ilicincola* (B. et Br.) Phill. zu heißen.

Er besitzt ein braunes, dünnwandig-parenchymatisch gebautes Hypothecium und ebenso gebautes Excipulum, das außen mit einem Pelze von dünnen, dickwandigen, spitzen, fast pfriemlichen, an der Spitze bogig eingekrümmten Haaren besetzt ist. Es ist gewissermaßen eine behaarte *Mollisia* mit kugeligen Sporen, oder eine behaarte *Pulparia* Karst. (Doch kenne ich den Typus der Gattung *Pulparia* nicht.)

Das Originalexemplar von *Peziza ilicincola* B. et Br., an dem nur ein einziges Ascoma zu finden war, ist vollkommen identisch mit *Unguiculariopsis ilicincola* (B. et Br.) Rehm (Ann. mycol., 1909, VII. Bd., p. 400) in Ascomyc. exsicc. Nr. 1831.

Da *P. ilicincola* B. et Br. der Typus der Gattung *Mollisiella* Phillips ist, so ist *Unguiculariopsis* Rehm = *Mollisiella* Phillips.

Das Gewebe des Rehm'schen Pilzes ist sowohl im 80 μ dicken Hypothecium wie im 15 μ dicken Excipulum kleinzellig parenchymatisch. Die Zellen sind rotbraun, zartwandig, polyedrisch, 4 bis 8, meist 5 μ breit. Das Excipulum ist außen bis gegen den Rand ganz dicht mit oben stark eingebogenen, hyalinen, dickwandigen, oben 1 μ, unten 2 μ dicken, 20 bis 25 μ langen, scharf spitzen Haaren bedeckt. Paraphysen fehlen völlig. Die kugeligen Sporen sind nur 3 μ breit.

Es ist ein Pilz, der am nächsten mit *Unguiculella* v. H. verwandt ist (diese Sitzungsber., 1906, 115. Bd., Abt. I, p. 1231).

Er unterscheidet sich von *Unguiculella* generisch durch den Mangel an Paraphysen und die kugeligen Sporen.

Unguicularia, Unguiculella und *Mollisiella* sind Discomyceten, die durch ihre charakteristische Behaarung gekennzeichnet sind. *Mollisiella* ist eine Mollisiee, die beiden ersten Gattungen sind hingegen Dasyscypheen.

4. Cesati fand 1878 bei Neapel die *Peziza Myriangii* Ces., welche im Herbar Kew liegt und von Cooke als *P. ilicincola* erkannt wurde. Soweit ich aus dem sehr kümmerlichen Originalexemplar entnehmen konnte, ist der Pilz offenbar eine alte *P. ilicincola,* deren Behaarung bereits zum größten Teile abgefallen ist. Auch in England wächst der Pilz auf *Myriangium*, während das Rehm'sche Exemplar auf *Cucurbitaria Berberidis* wächst.

5. Hingegen ist ein bei Melbourne auf dem Mount Macedon gesammelter, von Cooke (im Herbar Kew) als *P. ilicincola* bestimmter Pilz, der auch auf *Myriangium* parasitiert, von *M. ilicincola* (B. et Br.) Phill. schon durch die viel längeren Haare, die bis $60 \asymp 4$ μ groß werden, verschieden. Derselbe hat einen dicken, parenchymatisch aus 8 bis 16 μ breiten, dünnwandigen, braunen Zellen bestehenden, 370 μ hohen, 310 μ breiten Stiel. Das Hypothecium ist blaßbraun, plectenchymatisch, das Excipulum braun, kleinzellig, parenchymatisch, gegen den Rand parallelfaserig. Die Zellen des Excipulums stehen in mehr minder deutlich parallelen, zur Oberfläche senkrecht stehenden Reihen. Die dichte Behaarung, aus einzelligen, hyalinen, unten dünnwandigen, oben lumenlosen, pfriemlichen, spitzen und

eingebogenen Haaren bestehend, geht vom Rande bis zum oberen Teile des Stieles hinab.

Der Pilz ist am nächsten mit *P. hysterigena* verwandt und gehört in dieselbe Gattung. Seine Fruchtschichte zeigt kaum einen Unterschied von *P. hysterigena*. Er hat *Encoeliella australiensis* v. H. zu heißen und ist eine neue Art.

529. **Peziza apicalis** B. et Br.

Journ. Linnean Society, 1873, XIV. Bd., p. 106.

In Sacc. Syll. Fung., 1889, VIII. Bd., p. 304 als *Pseudohelotium*, 1906, XVIII. Bd., p. 64 als *Mollisiella* Sacc. aufgeführt.

Nach dem Originalexemplare gleicht der Pilz einem *Helotium*. Derselbe wird etwa 500 μ breit und hat einen etwa 300 ≍ 120 μ großen Stiel. Der Aufbau ist im wesentlichen ein faseriger. Sowohl das innere Gewebe des Stieles sowie das Hypothecium bestehen aus sehr dünnen, parallelen, hyalinen Hyphen. Nach außen zu und im Excipulum werden die Hyphen etwas breiter, derber und kurzgliedriger; hier sind sie auch dunkelgelb gefärbt. Im Excipulum liegen die Hyphen parallel und enden außen in verschiedener Höhe kolbig. Die kolbigen Enden sind derbwandig, 4 bis 7 μ breit und ragen nicht vor, daher der Pilz außen kahl ist. Im Stiele biegen sich die Hyphen der äußeren dicken, gelben Gewebeschicht rasch nach außen, werden ganz kurzgliedrig, so daß das äußere Stielgewebe parenchymatisch wird. Die Paraphysen sind zahlreich, dünnfädig, 1 bis 2 μ dick, oben kaum dicker und die Asci kaum überragend. Die Asci sind keulig-zylindrisch, achtsporig, etwa 60 ≍ 6 μ groß. Die hyalinen, kugeligen Sporen sind außen locker kurzstachelig, zeigen einen zentralen Öltropfen, sind 4 bis 5 μ breit und liegen in einer Reihe.

Der Pilz hat eine große Ähnlichkeit mit *Pithyella hypnina* (Quél.) Boud. (Boudier, Icon. mycol., III., Pl. 519). Diese ist aber weniger deutlich gestielt, außen flaumig behaart und hat glatte Sporen. Der innere Bau von *Pithyella* ist nicht bekannt.

Pithya ist oben kahl und nur unten mit langen, derbwandigen Haaren bekleidet. Das Gewebe des Pilzes ist innen locker, plectenchymatisch-faserig, ähnlich wie bei *Sarcoscypha*. *Pithya* scheint mir eine kleine *Sarcoscypha* mit kugeligen Sporen

zu sein. Als *Pithyella* kann *Peziza apicalis* schon wegen der mangelnden Behaarung nicht betrachtet werden. Ebenso nicht als *Mollisiella* Phill., welche außen pfriemliche, eingekrümmte Borsten zeigt. *Mollisiella* Sacc. ist nach dem Typus der Gattung mit *Mollisiella* Phill. identisch, im übrigen aber eine Mischgattung, wie alle Gattungen, welche theoretisch ohne genügende Kenntnis der in dieselben eingereihten Arten aufgestellt wurden.

Unter den übrigen Discomyceten mit kugeligen Sporen kommen Eupezizeen, Ascoboleen und Rhizineen nicht in Betracht.

Pulparia Karst. scheint eine *Mollisia* mit kugeligen Sporen zu sein.

Lachnellula ist behaart und hat lanzettliche Paraphysen.

Midothiopsis P. H. und *Encoeliella* v. H. sind Dermateaceen.

Daraus geht hervor, daß *Peziza apicalis* eine neue Gattung darstellt, die trotz geringer anatomischer Abweichung am besten als Helotiacee betrachtet wird und die ich *Helotiopsis* nenne.

Helotiopsis n. G. (Helotiaceae).

Ascomata kahl, gestielt, wachsartig; Discus konkav, dann flach. Aufbau parallel-faserig. Paraphysen fädig. Asci achtsporig. Sporen kugelig, glatt oder stachelig-rauh.

Zu *Helotiopsis* gehört nach dem Originalexemplar in Rehm, Ascomyc., Nr. 1115*b*, auch *Pezizella anonyma* Rehm (Hedwigia, 1895, 34. Bd., p. [165]) = *Mollisiella anonyma* Rehm (Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 9). Der Pilz ist von *Helotiopsis apicalis* (B. et Br.) v. H. völlig verschieden und reinparallelfaserig aufgebaut.

530. Sarcoscypha pusio B. et C.

Ist nach dem Originalexemplare eine ganz typische *Sarcoscypha*, die ich mit *Sarcoscypha javensis* v. H. (Fragm. z. Mykol., 1909, VI. Mitt., Nr. 259) als zur selben Art gehörig halte. Die Unterschiede, die sich beim Vergleiche der beiden Formen ergeben (Stiellänge, Sporengröße), sind jedenfalls nur individuelle. Im Baue gleichen sich beide völlig. Mikroskopisch ist nur ein Unterschied in der Sporengröße zu finden. *S. javensis* hat 16 bis $23 \asymp 8\,\mu$ große Sporen. Bei *S. pusio* finde ich die

Sporen bis 20 bis 22 ≍ 11 bis 12 μ groß. Cooke gibt die Sporengröße mit 18 bis 20≍9 μ an (Mycographia, p. 60). Massee gibt die Masse 15 bis 16 ≍ 7 bis 8 μ an (Journ. Linn. Soc. Bot., 1895 bis 1897, 31. Bd., p. 509). Mögen diese Angaben auch zum Teil unrichtig sein, da sie alle von demselben Originalexemplare, das jetzt nur ein reifes Apothecium zeigt, herrühren, so ist es doch sicher, daß die Sporengrößen bei diesen Pilzen sehr variieren, wie sich schon bei *S. coccinea* zeigt. Ebenso variiert die Stiellänge. *S. pusio* wächst jedenfalls nicht auf nacktem Boden, sondern auf in diesem versenkten Pflanzenteilen, daher der längere Stiel, während *S. javensis* auf einem oberflächlichen Holzstückchen wuchs, daher der Stiel kurz blieb.

Massee hält (l. c.) *Sarcoscypha pusio* für eine *Stamnaria*, mit welcher Gattung jedoch der Pilz gar nichts zu tun hat, wie schon die Asci lehren.

531. **Peziza retiderma** Cooke.

Das Originalexemplar des in Mycographia, I, 1879, p. 176, Fig. 306, abgebildeten und beschriebenen Pilzes läßt nicht mehr viel erkennen. Die Asci scheinen mit Jod wenigstens stellenweise blau zu werden. Bekanntlich zeigen lang aufbewahrte Pezizen die blaue Jodreaktion oft nicht mehr. Die braune Färbung der Sporen tritt nur wenig hervor. Man könnte die Sporen auch als subhyalin bezeichnen. Die warzige Beschaffenheit der Sporen ist nicht so auffallend als sie Cooke zeichnet.

Mir scheint der Pilz eine *Plicaria* im Sinne Rehm's zu sein.

Peziza retiderma ist der Typus der Gattung *Aleurina* (1902, Saccardo, Syll. Fung., XVI, p. 738 als Gattung, 1889, VIII, p. 472 als Subgenus von *Phaeopezia*). Was dieselbe jedoch ist, wird sich nur an frischen Exemplaren feststellen lassen.

Jedenfalls ist es nun aber sicher, daß *Aleurina olivacea* (Batsch) v. H. (Fragm. z. Mykol., 1909, IX. Mitt., Nr. 457) besser als eigene Gattung (*Catinella* Boudier, 1907) betrachtet wird.

Noch sei bemerkt, daß *Phaeangium Vogelii* P. Henn. (Verh. bot. Ver. Brandenburg, 1908, 50. Bd., p. 132), höchst wahrscheinlich gleich *Catinella olivacea* (Batsch) Boud. ist.

532. Übersicht der Capnodiaceengattungen.

A. Hyphen nur subcuticulär, membranartig verbunden.

1. *Kusanobotrys* P. H.

B. Hyphen frei, oberflächlich.

a) Sporen mauerförmig geteilt.

2. *Capnodium* Mont. (Asci achtsporig).
3. *Capnodaria* Sacc. (Asci acht- bis 16sporig).

b) Sporen phragmospor.

α) Sporen braun.

* Asci acht- bis 16sporig; *Capnodaria* Sacc.

** Asci achtsporig.

† Sporen nicht zylindrisch.

4. *Limacinia* Neg.

†† Sporen zylindrisch.

5. *Perisporina* P. H.

β) Sporen hyalin oder subhyalin.

6. *Perisporiopsis* P. H. (Hyphen spärlicher, nicht zum Teil verschleimend).
7. *Scorias* Fr. (Hyphen sehr reichlich, bündelweise verwachsend und zum Teil verschleimend).

c) Sporen zweizellig.

α) Farbloses, intramaticales Nährmycel vorhanden, Sporen braun.

8. *Alina* Rac.

β) Mycel ganz oberflächlich.

* Nur ein Ascus im Perithecium.

9. *Balladyna* Rac.

** Mehrere Asci im Perithecium.

10. *Dimerosporina* v. H. Sporen hyalin.
(*Alina* Rac. Sporen braun.)
11. *Henningsiomyces* Sacc. Sporen braun.

d) Sporen einzellig.

12. *Capnodiella* Sacc. (= *Sorica* Giess.)

533. Übersicht der Dothideaceengattungen mit oberflächlichem Ascusstroma.

1. Ascusstromata zu mehreren einem gemeinsamen, subcuticulären, aus radiär verlaufenden, zu einzellschichtigen Bändern verwachsenen Hyphen bestehendem Hypostroma aufsitzend.

a) Oberflächliche, freie Hyphen vorhanden.
1. *Dothidasteromella* v. H.

b) Freie, oberflächliche Hyphen fehlend.
2. *Dothidasteroma* v. H.

2. Ascusstromata ohne gemeinsames, subcuticuläres Hypostroma.

a) Ascusstroma ohne sterilen Mittelteil. Hypostroma dünn, flach.

α) Loculi zu einem Hymenium zusammenfließend. Ostiola fehlend; Stromadecke unregelmäßig aufreißend. Paraphysen fehlend.

* Stromadecke lappig hinausgebogen. Sporen zweizellig.

3. *Rhagadolobium* P. H. (Sporen hyalin).

** Stromadecke in Schollen abgeworfen.

4. *Lauterbachiella* P. H. (Sporen zweizellig, hyalin)
5. *Discodothis* v. H. (Sporen zweizellig, braun).

β) Loculi nicht oder nur teilweise zusammenfließend.

* Ostiola lang, spaltenförmig; Paraphysen fehlend.

6. *Coscinopeltis* Speg. (Sporen einzellig, hyalin).
7. *Hysterostomella* Speg. (Sporen zweizellig, braun).

** Ostiola rundlich oder länglich, mit Paraphysen; Sporen zweizellig, hyalin.

8. *Polystomella* Speg. (= *Microcyclus* Sacc. et Syd.).

b) Ascusstroma mit sterilem Mittelteil.

α) Hypostroma dünn, breit; ein ringförmiger Lokulus; Stromadecke opak, kohlig; Sporen zweizellig, braun.

9. *Cocconia* Sacc.

β) Hypostroma dünn, breit; Loculi in vielen konzentrischen Kreisen; Stromadecke häutig, deutlich zellig.

10. *Polycyclus* v. H. (Sporen zweizellig, hyalin).

γ) Hypostroma auf die Mitte beschränkt, dick, in den sterilen Mittelteil übergehend; Loculi ringförmig; Stromadecke kohlig, opak.

* Sporen hyalin, mauerförmig geteilt; Paraphysen reichlich.

11. *Uleopeltis* P. H.

** Sporen zweizellig.

12. *Dielsiella* P. H. (= *Maurodothis* Sacc. et Syd.). Sporen braun; Paraphysen reichlich; Hypostroma stark entwickelt.

13. *Cycloschizon* P. H. Sporen hyalin; Paraphysen spärlich, Hypostroma schwach entwickelt.

δ) Hypostroma auf die Mitte beschränkt. Loculi radiär; Sporen zweizellig.

14. *Parmularia* Lév. Stromadecke kohlig, kahl, Paraphysen vorhanden.

15. *Parmulariella* P. H. Stromadecke häutig, behaart, Paraphysen fehlend.

534. Couturea Castagnei Desm.

Ann. scienc. nat. Botan., III. Ser., Bd. 6, 1846, p. 65.

Ist eine gute Formgattung. Zur Beschreibung sei hinzugefügt, daß die oberflächlichen Pycniden dünn dunkelbraunhäutig sind. Die Pycnidenmembran ist aus braunen, dünnwandigen, polygonalen 7 bis 10 μ großen Zellen zusammengesetzt. Meist scheint das Ostiolum zu fehlen, doch haben einzelne Pycniden ein kleines deutliches Ostiolum. Die braunen Sporen sind einzellig (8 ≍ 5 μ), zweizellig (8 bis 9·5 ≍ 5 bis 6·5 μ), dreizellig (9 bis 12 ≍ 6 bis 7 μ), vierzellig (10·5 bis 13 ≍ 5·5 bis 7 μ), oder in einer oder zwei der mittleren Zellen mit einer Längswand versehen (10·5 bis 15 ≍ 6·5 bis 8 μ). Sie sind in einer dünnen Schleimmasse eingebettet. Die Sporenträger müssen sehr kurz sein.

535. Hypocenia obtusa B. et C.

Nach der Beschreibung dieses Pilzes, die ich nur aus Saccardo, Syllog. Fung., III, p. 320, kenne, sollen die Sporen gefärbt sein.

Im Herbar Berkeley liegen unter *Hypocenia obtusa* zwei voneinander verschiedene Pilze, auf verschiedenen Nährpflanzen, die nicht angegeben sind. Beide Pilze gehören jedoch zu derselben Formgattung. Die Pilze bestehen aus kleinen, schwarzen, glatten, sklerotiumähnlichen rundlichen oder knollenartigen, bis etwa 600 μ breiten Stromaten, die sich unter dem Periderm entwickeln und hervorbrechen. Das Gewebe ist an der Basis weich und blaß, oben fester, die äußerste etwa 20 bis 25 μ dicke Schichte ist knorpelig und außen kohlig. Jedes Stroma enthält einen unten konkaven, oben konvexen Hohlraum, der kappenförmig auf einen halbkugeligen Vorsprung, der der Basis aufsitzt, gestülpt ist. Dieser Hohlraum ist ringsum mit einfachen Sporenträgern dicht besetzt, welche spindelförmige, beidendig spitze hyaline Sporen tragen.

Diese Sporen sind bei dem einen Exemplar, das auf dickeren Zweigen, die einen harten Holzkörper haben, wächst, einzellig, lang spindelförmig, beidendig lang zugespitzt, mit undeutlich vier- bis sechsteiligem Plasma und 16 bis $20 \asymp 2$ μ groß. Das andere Exemplar, auf dünnen Zweigen, mit weichem Holzkörper, hat zweizellige, hyaline, an den Enden spitze Sporen von 14 bis $16 \asymp 2 \cdot 5$ bis 3 μ Größe. Die Stromata dieser Pilze sind weicher, mehr wachsartig.

Aus diesen Angaben ersieht man, daß beide Pilze im wesentlichen gleich gebaut sind und vollkommen in die Gattung *Plenodomus* Preuss. (siehe Fragm. z. Mykol., 1909, VII. Mitt., Nr. 343) passen.

Hypocenia B. et C. 1874 ist daher gleich *Plenodomus* Preuss 1862 (= *Phomopsis* Saccardo 1884). Bei dieser Gattung, die eine Nebenfruchtform von *Diaporthe* ist, tritt bekanntlich sehr häufig eine Zweiteilung der Sporen ein (siehe auch Fragm. z. Myk., 1906, 2. Mitt., Nr. 87 und Ann. myc., 1903, p. 526).

Da die Nährpflanzen, auf welchen die beiden *Hypocenia*-Arten wachsen, nicht bekannt sind, läßt sich nicht feststellen, zu welchen *Diaphorte*-Arten sie gehören.

Plenodomus ist kein Pycnidenpilz, sondern besteht aus conidienführenden Hohlräumen in Stromaten, gehört daher nicht zu den Sphaerioideen, sondern in eine eigene Gruppe von Nebenfruchtformen, die man stromatische nennen könnte und zu welchen auch *Cyclodomus* v. H., *Phaeodomus* v. H., *Lasmenia* Speg. und viele andere Formen gehören, wie die nähere Untersuchung vieler als Sphaerioideen, Leptostromaceen u. s. w. beschriebener Pilze sicher lehren wird.

536. Torsellia Sacculus (Schw.) Fries.

Der Pilz ist von Starbäck (Bihang svensk. Akad. Handl., 1894, 19. Bd., Afd. III, Nr. 2, p. 68, Taf. III, Fig. 47 *a, b*) genau beschrieben und aufgeklärt worden.

Nach dem Originalexemplare ist der Pilz ein perithecium-ähnliches Stroma mit einer innen und außen scharf begrenzten, bis 120 μ dicken, lederigen Wandung. Oben zeigt sich ein einziges rundes Ostiolum; das Stroma umschließt anscheinend eine große Anzahl von getrennten derbwandigen Pycniden, deren Hälse miteinander zu einem einzigen sich vereinigen, der mit dem Ostiolum endigt. Es ist klar, daß alle diese Pycniden nur sackartige Ausstülpungen einer einzigen sind, die oben, wo die Hälse verschmolzen sind, einfach ist, unten hingegen mehrfach. Der Pilz verhält sich so wie eine *Cytospora* mit gut entwickelter Stromasubstanz und einem Ostiolum, deren Kammern unten voneinander völlig pycnidenartig getrennt sind. *Cytospora*-Arten, die sich *Torsellia* mehr minder nähern, gibt es; z. B. *C. dolosa*, wo die Kammern unten häufig geschlossen sind.

Die von mir (Ann. myc., 1903, I. Bd., p. 400) beschriebene *Ceuthospora eximia* ist eine ganz typische *Torsellia*, die sich vom Typus nur dadurch unterscheidet, daß unten die Stromasubstanz fast vollkommen fehlt und nur oben gut entwickelt ist. Daher liegen hier die Scheinpycniden frei nebeneinander. Da dieser Unterschied nur ein relativer ist, muß der Pilz *Torsellia eximia* genannt werden. Mit *Ceuthospora*, wenigstens mit der mir näher bekannten *C. phacidioides* Grev. hat *Torsellia* nichts zu tun.

Bei *Ceuthospora phacidioides* liegen bis 6 rundlich-eckige, etwas flachgedrückte Pycniden im Blattparenchym eingebettet dicht nebeneinander. Dieselben haben eine sehr dünne, blaß bräunliche, oft kaum deutliche Membran und sind daher nur durch einfache, dünne Scheidewände voneinander getrennt. Innen sind dieselben allseitig mit kurzen Sporenträgern ausgekleidet, die stäbchenförmige, hyaline, einzellige, gerade etwa $24 \asymp 3\,\mu$ große Sporen bilden. Ein Ostiolum fehlt völlig, sie reißen oben unregelmäßig auf und treten die Sporen durch ein über jeder Gruppe von Pycniden entstehendes Loch in der Epidermis heraus. Um den Pilz herum ist das Gewebe des Blattes abgestorben und geschwärzt, von einem Stroma ist jedoch nichts zu sehen.

Die anderen beiden *Ceuthospora*-Arten, welche Fries noch anführt (Systema mycologic., Index p. 69) sind ganz anders gebaut und haben mit *C. phacidioides* nichts zu tun.

Letztere Art könnte wegen der fleischig-weichen Pycniden als Nectrioidee betrachtet werden, die sich den Melanconieen nähert.

537. Über Piggotia B. et Br.

Der Typus der Gattung ist *Piggotia asteroidea* B. et Br. (Ann. and Mag. nat. Hist., 1851, II. Ser., 7. Bd., p. 95, Taf. V, Fig. 1). Die Form wurde zuerst von Greville (Flora edinensis, 1824, p. 368) als *Asteroma Ulmi* bezeichnet, hierauf von Berkeley (in Smith, The english flora, 1836, V. Bd., II. T., p. 287) *Dothidea asteroidea* genannt. Desmazières gab (Ann. scienc. nat., 1852, III. Ser., 18. Bd., p. 369) eine nähere Beschreibung desselben.

Der Pilz ist ohne Zweifel eine Nebenfruchtform von *Dothidella Ulmi* (Duval) und daher häufig und mehrfach in Exsiccaten ausgegeben.

Da Briosi und Cavara in Funghi parasiti Nr. 395 eine Beschreibung und Abbildung des Pilzes geben, die den älteren Angaben durchaus nicht entsprechen, untersuchte ich denselben näher.

Derselbe ist flach, meist etwa $40\,\mu$ dick und entwickelt sich in der Außenwand der Epidermiszellen unter der Cuticula.

Doch dringen von dem Rand des Pilzes zwischen die Epidermiszellen dünne, braune Gewebeplatten ein. Nach seiner Ausreifung dringt das Gewebe desselben noch tiefer ein und bildet sich das *Dothidella*-Stroma aus. Der Pilz zeigt eine dünne, braune, kleinzellige Basalschichte, auf welcher eine, aus schmalen, septierten, braunen, senkrecht parallel dichtstehenden Hyphen bestehende, etwa 20 bis 25 μ dicke Palisadenschichte sitzt, die oben von einer dünnen, kleinzellig-parenchymatischen, unregelmäßig aufreißenden, dunkelbraunen, mit der Cuticula verwachsenen Membran bedeckt ist. Die Enden der Palisadenzellreihen bilden nun in kurzen, weniggliedrigen Ketten stehende, bräunliche, einzellige, unregelmäßig-kurzzylindrische Sporen. Die Sporenketten zerfallen sehr bald und ist dann in der Regel von der kettenförmigen Anordnung der Sporen nichts zu sehen. Durch das Zerreißen der Deckmembran werden die Sporen frei.

Man sieht, daß der Pilz ganz so wie *Melasmia* wächst und gebaut ist, nur daß die Sporen anfänglich in kurzen Ketten stehen und bräunlich sind. Der Pilz muß daher zu den braunsporigen Leptostromaceen gerechnet werden. Bei einer künftigen Einteilung der letzteren müssen die eingewachsenen Formen scharf von den ganz oberflächlichen getrennt werden, was bisher nicht geschehen ist.

Piggotia Fraxini B. et C. ist eine unter der Epidermis der Blattunterseite eingewachsene Dothideacee, mit kleinen, unvollkommenen Stromaten, deren schlauchführende Loculi ganz unreif sind, während andere kleine, hyaline, stäbchenförmige, 3 ≍ 1 μ große Conidien enthalten. Hat mit *Piggotia* nichts zu tun und könnte als *Dothichiza* Lib. (non Saccardo) betrachtet werden. (Siehe diese Fragmente Nr. 547, 3.)

Piggotia Negundinis E. et D. ist nach dem Originalexemplar in Ell. et Ev., Fungi Columb., Nr. 1156, ein dem vorigen ganz ähnlich gebauter Pilz. Auf der Blattunterseite finden sich dichtstehende, unter der Epidermis eingewachsene, unvollkommene, 200 bis 400 μ breite, etwa 100 μ hohe Dothideaceenstromata, deren ascusführende Loculi ganz unreif sind, während andere 2 bis 3 ≍ 1 μ große, hyaline Conidien führen. Hat ebenfalls mit *Piggotia* nichts zu tun und wird eine *Dothichiza* Lib. sein.

538. **Cystotricha striola** B. et Br.

Der in Ann. and Mag. nat. Hist., 1850, II. Ser., V. Bd., p. 457, Taf. XII, Fig. 10, beschriebene Pilz ist nach dem Originalexemplare aus dem Herbar Berkeley (Kew) das Pycnidenstadium von *Durella compressa P.* und stimmt genau mit Tulasne's Beschreibung desselben überein (Selecta Fung. Carp., 1865, III. Bd., p. 177, Taf. XX, Fig. 8 bis 12).

Derselbe wurde von Saccardo 1884 (Syll. Fung. III, p. 688) *Pseudopatella Tulasnei* genannt; *Pseudopatella* Sacc. 1884 ist daher gleich *Cystotricha* B. et Br. 1850.

Der Pilz hat richtig zu heißen *Cystotricha compressa (P.)* v. H. Er ist weichfleischig, das Gewebe ist kleinzellig-plectenchymatisch, bräunlich-weinrot. Er gehört zu den *Nectroideae-Patellinae* und ist am nächsten mit *Pseudopatellina* v. H. verwandt, die ebenso gebaut ist, aber einzellige Sporen hat (Fragm. z. Mykol., 1908, V. Mitt., Nr. 179).

Die zweite von Berkeley aufgestellte Art, *Cystotricha stenospora* (Sacc. Syll. Fung. III, p. 414) ist äußerlich ganz ähnlich, gehört aber nicht in die Gattung.

Die Pycniden stehen oberflächlich, sind schwarz, rundlich oder meist länglich bis $600 \asymp 200\,\mu$, flach. Die Pycnidenmembran ist unten eben, blaß, fleischig-weich, kleinzellig, plectenchymatisch und etwa 10 bis 12 μ dick. Nach oben wird sie schmutzigbräunlich weinrot. Sie reißt oben unregelmäßig, oft mit einem Längsspalt auf; die Ränder der Lappen sind oft faserig. Die Hyphen des Pilzes sind oberflächlich im Holze eingewachsen, violettbraun, 3 bis 5 μ breit; auf denselben sitzen aus zwei bis mehreren rundlichen, 5 bis 6 μ großen, traubig gehäuften Zellen bestehende Auswüchse, die man auch auf den Pycniden sitzend findet. Der Pilz öffnet sich schließlich weit und entblößt die rötlich gefärbte Fruchtscheibe. Diese ist unten dicht mit büschelig verzweigten Sporenträgern besetzt, die an den Enden der Zweige lange Ketten von hyalinen, meist zweizelligen, stäbchenförmigen, meist geraden, 10 bis $14 \asymp 2 \cdot 5$ bis 3 μ großen Sporen bilden.

In Gesellschaft der Pycniden findet sich ein kleiner, schwarzer Discomycet (Patellariacee?), zu dem die Pycniden

als Nebenfrucht gehören. Wie mir der direkte Vergleich zeigte, paßt der Pilz ganz gut in die Gattung *Siropatella* v. H. (Ann. mycol., 1903, I. Bd., p. 401) und unterscheidet sich davon nur durch die mehr verzweigten Sporenträger und die dünnere, einfacher, aber sonst gleich gebaute Pycnidenmembran. Sporen und sonstige mikroskopische Eigentümlichkeiten sind ganz dieselben.

Der Pilz muß *Siropatella stenospora* (B.) v. H. genannt werden. *Siropatella* gehört nicht, wie ich seinerzeit meinte, zu den Excipuleen, sondern zu den Nectrioideae-Patellinae. Diese Gattung ist am nächsten mit *Sirozythiella* v. H. (Fragm. z. Mykol., 1909, IX. Mitt., Nr. 462) verwandt, welche gewissermaßen eine stromatische *Siropatella* ist. *Sirozythia* v. H. (Ann. mycol., 1904, II. Bd., p. 48) ist eine *Siropatella* mit einzelligen Sporen.

Alle diese Gattungen haben fleischige Pycniden mit undeutlichem Gewebe und einen rötlich gefärbten Nucleus. Sie stehen sich sehr nahe, wie der direkte Vergleich zeigt.

539. Über Pirostoma Fries.

Die Gattung wurde in Fries, Sum. vegetab. scand. II, 1894, p. 395, aufgestellt. Als Typus muß *P. politum* Fries gelten. Diese wird heute zu *Rhabdospora* gerechnet (Sacc. Syll. III, p. 589). Die zweite Art, *P. maculare,* gilt heute als *Sphaerella.* Die dritte Art, *P. eustomum,* steht heute in der Gattung *Leptosphaeria.* Hingegen wird die vierte Art, *Pirostoma circinans,* noch heute als *Pirostoma* betrachtet (Sacc. Syll. Fung. III, p. 653). Der Pilz wurde von Fries zuerst als *Coniosporium circinans* beschrieben (System. mycol., 1829, III. Bd., p. 257). Fries bemerkt, daß er von den anderen *Pirostoma*-Arten weit abweicht und zitiert das Desmazières'sche Exemplar (Pl. crypt. du Nord de la France, 1828, Nr. 330). Er sagt, daß der Pilz fast kugelige kreisförmige Peridien hat. Fuckel (Symb. mycol., 1869, p. 401) führt den Pilz an und schreibt ihm eikugelige, braune, 12 μ große Stylosporen zu, die in einer verlängert-schildförmigen Pycnide entstehen sollen. Er bemerkt aber, daß ihm der Bau des Pilzes nicht klar wurde und gab ihn in den Fungi rhen., Nr. 791, aus. Der Pilz ist auf Schilfrohr häufig und vielfältig ausgegeben worden. Ich untersuchte nicht nur die

zitierten Exemplare von Desmazières und Fuckel, sondern noch viele andere und fand, daß derselbe stets völlig steril ist und nie auch nur Spuren von Pycniden oder Sporen aufweist. Er besteht aus einer der Epidermis aufgewachsenen, netzförmig durchbrochenen, einzellschichtigen, parenchymatischen, schwarzen Membran. Die einzelnen Zellen sind violettschwarz, tafelförmig, verschieden unregelmäßig gestaltet und etwa 5 bis 8 μ breit, dicht aneinander schließend. Die untere Wand der Zellen ist hyalin, Seitenwände und Außenwand sind dunkelgefärbt. Die freie Außen- oder obere Wand ist etwas kegelig vorgewölbt und zeigt meist in der Mitte einen rundlichen oder länglichen, weißen Porus. Diese zellige, einfache Membran liegt der Epidermis fest an; wo sich Spaltöffnungen, kurze Haare oder Kurzzellen befinden, fehlt die Membran, daher sie netzig durchbrochen erscheint.

Man sieht, daß der Pilz eigentümlich gebaut, aber ganz steril ist. Nach dem Gesagten muß die Gattung *Pirostoma* ganz gestrichen werden. Der Pilz stellt offenbar das Anfangsstadium einer der zahlreichen auf *Phragmites* beschriebenen Formen dar, was noch näher zu untersuchen ist.

540. Über Lasmenia Speg.

Als Typus der Gattung hat *Lasmenia Balansae* Speg. (Sacc. Syll. X, p. 425) zu gelten, welche in Balansa, Pl. de Paraguay, Nr. 3750, ausgegeben ist. Nach den Angaben von Fl. Tassi (Sacc. Syll., XVII, p. 841) hat es den Anschein, daß Spegazzini einen Ascomyceten (*Auerswaldia Balansae* Tassi) irrtümlich als Leptostromacee beschrieben habe. Allein die Untersuchung des obigen Originalexemplares zeigte mir, daß dasselbe allerdings eine braunsporige Dothideacee, die man als *Auerswaldia* im weiteren Sinne bezeichnen kann, enthält, daß aber daneben noch eine sicher dazugehörige Nebenfruchtform mit braunvioletten Stylosporen auftritt, welche offenbar die *Lasmenia Balansae* Speg. ist. Diese Nebenfruchtform besteht aus etwa 200 μ breiten, flachen Hohlräumen, die unter der Palisadenschichte der Blattoberseite liegen und keine Spur einer eigenen Wandung erkennen lassen. Die länglich-eiförmigen, durchscheinend violetten, 16 bis 18 ≍ 8 bis 9 μ großen,

einzelligen Coniden sind nach unten etwas verschmälert und zeigen daselbst deutlich die Ansatzstelle, mit der sie den kurzen Trägern, welche den Hohlraum allseitig bekleiden, aufsitzen. Über diesen conidienführenden Hohlräumen ist die Epidermis wenigstens zum Teil dunkelviolett verfärbt.

Daraus geht hervor, daß *Lasmenia Balansae* eigentlich ein blattbewohnendes *Melanconium* ist. Irgendein Unterschied von dieser Gattung ist nicht zu erkennen.

Im Gegensatze zu *Lasmenia Balansae* ist *Lasmenia subcoccodes* Speg., welche die Conidienform von *Roussoëlla subcoccodes* Speg. ist, welche nach Rehm (Annal. mycol., 1907, V. Bd., p. 473) mit *Munkiella pulchella* Speg. identisch ist, kein *Melanconium*, denn hier sind die Conidien in mit deutlichen Wandungen versehenen Loculi des Stromas vorhanden, wie ich in diesen Fragmenten 1909, VIII. Mitt., Nr. 392, angegeben habe. Spegazzini hat daher verschieden gebaute Nebenfruchtformen von Dothideaceen in seine Gattung *Lasmenia* eingereiht.

Noch sei bemerkt, daß *Auerswaldia Balansae* Tassi nach meiner Zerteilung der Gattung *Auerswaldia* (in diesen Fragmenten 1909, IX. Mitt., Nr. 444) eine *Sphaerodothis* ist, da das Stroma phyllachoroid gebaut ist und die ganze Blattdicke einnimmt. Wollte man die Gattung *Lasmenia* aufrecht erhalten, so müßte man darunter eingewachsene Nebenfruchtformen mit einzelligen, gefärbten Sporen verstehen, die zu Dothideaceen gehören und ebenso wie *Plenodomus* (= *Phomopsis*) bald pycnidenartig, bald melanconieenartig gebaut auftreten.

541. Labrella Capsici Fries.

Den Typus der Gattung *Labrella* Fries., *L. graminea* Fr. konnte ich nicht untersuchen, da er sich anscheinend im Herbar Fries (Upsala) nicht vorfindet.

Labrella Capsici Fries (Elench. Fung., II. Bd., 1828, p. 149) besitzt ein ausgebreitetes, etwa 20 μ dickes Stroma, das aus braunen, 3 bis 6 μ großen Parenchymzellen besteht und die Epidermiszellen ausfüllt. Dieses Stroma dringt mit Vorsprüngen stellenweise auch in die dicke Außenwand der Epidermiszellen ein und zerstört diese bis auf die Cuticula, welche erhalten bleibt. An rundlichen, länglichen, oft verschiedenartig

miteinander verschmelzenden Stellen schwillt dieses Stroma, die Außenwand der Epidermiszellen emporhebend bis auf 80 μ Dicke an. Es besteht an solchen Stellen meist aus parallelen senkrechten Reihen von Parenchymzellen. An solchen dickeren Stellen bildet sich nun an der Außenseite eine dünne hyaline Gewebsschichte aus, auf welcher die Sporen wahrscheinlich auf kurzen Trägern acrogen entstehen. Die Struktur dieser sporenbildenden Schichte war nicht mehr zu erkennen. Die Sporen sind hyalin, länglich, einzellig, an den Enden etwas verschmälert abgerundet, 11 bis 14 ≍ 4 bis 5 μ.

Der Pilz ist also eine stromatische Nebenfruchtform ohne Gehäuse. Durch unregelmäßiges Zerreißen der Cuticula werden die Sporen frei.

542. Über die Gattung Melophia Sacc.

Der Typus der Gattung *Melophia* 1884 (Saccardo, Syll. Fung., III, p. 658) ist *M. ophiospora* (Lév.) Sacc. Diese Art wurde von Léveiller (Ann. scienc. nat. Botan., 3. Serie, Bd. IX, p. 253) als *Melasmia* beschrieben. Sie hat jedoch mit dieser Gattung nichts zu tun. Von *M. ophiospora* scheint das Originalexemplar nicht mehr zu existieren. Der Pilz, welcher auf dem Korke von *Quercus Suber* wächst, scheint aber in den westlichen Mittelmeerländern häufig zu sein und konnte ich zwei sicher authentische Exemplare desselben untersuchen, die Herr R. Maire bei Ajaccio und Hyères 1903 und 1904 gesammelt und mir gütigst gesendet hat. Es zeigte sich, daß der Pilz ganz so gebaut ist wie *Oncospora* K. d. C. 1880. Die vorhandenen Unterschiede reichen nicht aus, ihn von *Oncospora* zu trennen, um so mehr als sie sich nur auf die Beschaffenheit des Stromagewebes beziehen und diese bei den zwei sonst nahe miteinander verwandten Arten: *O. bullata* und *O. viridans* auch verschieden ist.

Noch näher ist die Verwandtschaft der *M. ophiospora* mit *Ascochytopsis Vignae* P. Henn 1907, welche mit *Oncospora* vereinigt werden muß.

Sowohl *M. ophiospora* als auch *Ascochytopsis Vignae* sind *Oncospora*-Arten mit kleinerem Stroma.

Melophia ophiospora besitzt etwa 200 bis 500 μ große schwarze, korkig-wachsartige, nicht kohlige Stromata, welche meist in kleinen Vertiefungen des Korkes oberflächlich sitzen und etwa 140 bis 170 μ dick sind. Das Gewebe derselben ist rotbraun und besteht aus dünnwandigen 3 bis 6 μ breiten Parenchymzellen; diese oberflächlichen Stromata entwickeln sich aus einem ebenfalls aus kleinen rotbraunen Zellen bestehenden Hypostroma, das 2 bis 3 Korkzellschichten unterhalb derselben ausfüllt und nach unten und seitlich nicht scharf begrenzt ist. Im oberflächlichen Stroma entsteht nun meist nur ein etwa 100 μ breiter, rundlicher oder flacher Loculus, der oben mit der 25 bis 50 μ dicken Decke bedeckt ist. Die Basalfläche dieser Loculi ist dicht mit einfachfädigen, meist bräunlichen, 25 bis 30 ≍ 1·5 μ großen Sporenträgern bedeckt, welche an der Spitze einzellige, hyaline, sichelförmig bis fast kreisförmig gebogene, an den Enden spitzliche oder stumpfliche, zylindrische, 20 bis 35 ≍ 2 bis 3·5 μ große Conidien, mit anfangs farblosem, zuletzt gelblichem oder rotbraunem Inhalte, bilden, die durch unregelmäßiges Aufreißen der Decke der Loculi, die schließlich weit geöffnet sind, frei werden.

Man ersieht aus dieser Beschreibung, daß der Pilz ganz so wie *Oncospora* gebaut ist. Mit den Leptostromaceen, wo er in Saccardo, Syll. Fung. III, p. 659 steht, hat er nichts zu tun, hingegen könnte er als Excipulee aufgefaßt werden; es ist jedoch eine stromatische Form, die mit vielen anderen in eine eigene Abteilung gehört. Nach Saccardo wäre *Melophia* eine *Melasmia* mit fadenförmigen Sporen. Der Typus der Gattung *Melophia* hat jedoch mit *Melasmia* keine Formverwandtschaft.

Die zweite Art der Gattung *Melophia*, *M. Woodsiana* Sacc. et Berl. scheint nach der Beschreibung ein *Pyrenotrichum* zu sein.

Von den zwölf später zu *Melophia* gestellten Arten (Syll. Fung. X, 428; XI, 557; XIV, 997; XVI, 992) sind die elf von Spegazzini und Cooke beschriebenen gewiß nur die conidienführenden Loculi von *Phyllachora*-Arten. Für die Gattung *Phyllachora* sind Loculi mit fädigen Sporen charakteristisch. Doch ist es immer möglich, daß ein Teil dieser elf Arten zu anderen Dothideaceen gehören, was nur an den

Originalexemplaren derselben festgestellt werden könnte. Jedenfalls haben aber diese Arten mit *Melophia* gar nichts zu tun. Zu *Septoriella* Oudem. (Nederl. Kruidk. Arch., V, 3. Stuk, p. 52), welche braune, keulige, mehrfach septierte Sporen hat, können diese Formen nicht gestellt werden. *Septoriella Phragmitidis* Oud. dürfte zu *Scirrhia rimosa* gehören. Da es zweckmäßig erscheint, diese *Phyllachora*-Loculi mit fädigen Sporen als Nebenfruchtformen in eine eigene Formgattung zu stellen, was bisher nicht geschehen ist, da sie alle unrichtig bei *Melophia* eingereiht wurden, so nenne ich dieselben *Linochora*.

Linochora n. Gen. (Phyllachoroid-stromatische Nebenfruchtform). Stroma phyllachoroid, nicht hervorbrechend. Loculi hyaline oder blaßbräunliche fädige Conidien enthaltend. Nebenfrüchte von *Phyllachora*-Arten.

Zu *Linochora* müssen vorläufig gestellt werden die bisherigen *Melophia*-Arten: *Leptospermi* Cooke (= *Victoriae* Sacc.), *nigrimacula* Speg.; *nitens* Speg.; *macrospora* Speg.; *superba* Speg.; *Ruprechtiae* Speg.; *Anonae* Speg.; *Sapindacearum* Speg.; *phyllachoroidea* Speg.; *costaricensis* Speg.; *Arechavaletae* Speg.

Melophia costaricensis Speg. gehört wahrscheinlich zu *Phyllachora aspideoides* Sacc. et Berl.

Melophia glandicola Vestergr. stellt nach der Beschreibung jedenfalls eine eigene Gattung dar, welche aber mit *Vestergreenia* Sacc. et Syd. (= *Petasodes* Clements, Genera of Fungi 1909, p. 133) und *Gamosporella* Speg. zu vergleichen wäre.

543. Melophia phyllachoroidea Cooke (non Speg.).

Beschrieben in Grevillea 1891, XIX. Bd., p. 91. Später (Grevillea 1892, XX. Bd., p. 65) wurde der Name in *M. Leptospermi* Cooke geändert; in demselben Jahre auch in *M. Victoriae* Sacc. (Syll. Fung. 1892, X. Bd., p. 428). Nach dem Originalexemplare ist der Pilz offenbar eine überreife *Phyllachora*, ohne Asci und Sporen, mit eigenen, kleineren Conidienloculi enthaltenden Stromaten, welche den von Cooke beschriebenen Pilz darstellen.

Die Stromata sind locker zerstreut auf beiden Blattseiten und stehen sich paarweise gegenüber, eines oben, das andere unten. Die ascusführenden Stromata sind kohlig, glänzend, fast kreisrund, 600 bis 900 μ breit und 270 μ dick. Sie entwickeln sich in der Epidermis und sind außen von der dicken Außenwand der Epidermiszellen bedeckt und mit ihr fest verwachsen, innen ragen sie konvex in die Palisadenschichte vor. Die opake, kohlige, sehr kleinzellig parenchymatische Decke ist 40 bis 60 μ dick, das Innengewebe und die Basis sind blaß und weichfleischig. Sie enthalten meist nur einen dick linsenförmigen Loculus. Nucleus unreif vertrocknet.

Die Conidienstromata sind häufiger, nur 350 bis 500 μ breit, meist weniger regelmäßig rund, mit nur 32 bis 40 μ dicker Decke. Im übrigen den Ascusstromaten völlig gleich, nur daß sie einen bis wenige Conidienloculi enthalten, und daß ihr Boden ganz eben ist. Die die Loculi allseitig auskleidenden Conidienträger sind kurz. Die Sporen hyalin, fadenförmig, bogig gekrümmt, bis 36 ≍ 1 μ groß.

Der Pilz ist keine *Melophia* und muß die Nebenfrucht zu *Linochora* gestellt werden. Da der vollständige Pilz zweifellos eine *Phyllachora* ist, kann der von Cooke zuerst gewählte Name nicht angewendet werden und wird derselbe am besten *Phyllachora Leptospermi* (Cooke) genannt. Daher ist die Nebenfruchtform *Linochora Leptospermi* (Cooke) v. H. zu nennen.

544. Oncospora bullata Kalchbr. et Cooke.

Der in Grevillea 1880, p. 19, beschriebene Pilz besteht nach dem Originalexemplare im Herbar Kew aus auf kreisrunden 4 bis 8 *mm* breiten, meist etwas verdickten Stellen der Blätter von *Capparis*-Arten meist blattunterseits dicht rasig stehenden bis 600 μ breiten, hervorbrechenden, schwarzen, glatten oder etwas runzeligen, oben meist abgeflachten rundlichen Stromaten. Diese entwickeln sich 3 bis 4 Zellschichten tief unter der Epidermis, brechen halb hervor, verbreitern sich oben und werden von den Epidermislappen begrenzt. Dieselben sind außen und an der eingesenkten Basis kohlig, innen weicher und bestehen aus senkrechten Reihen von etwa 6 bis 8 μ

großen offenen Parenchymzellen, die dicht parallel verwachsen sind. Die aus mehreren Lagen von rundlichen, unregelmäßig angeordneten, bis 16 μ großen, kohligen, offenen Zellen bestehende Kruste bröckelt schließlich unregelmäßig ab und legt die Fruchtscheibe bloß. Diese entsteht unter der Kruste durch Auswachsen der obersten Zellen der parallelen Reihen. Hierdurch entstehen dichtstehende, einfache, ziemlich kurze Sporenträger, die an der Spitze je eine meist gekrümmte, keulige, hyaline, einzellige, oben stumpfe und breitere, unten ganz allmählich stilartig verschmälerte, meist 30 bis 32 ≍ 6 μ große Spore bilden. S-förmig gekrümmte Sporen, wie sie Kalchbrenner beschreibt, habe ich nicht gesehen.

Der Pilz ist jedenfalls die Nebenfruchtform einer Dothideacee und gehört zu den stromatischen Fruchtformen und nicht zu den einfachen, es ist daher keine Excipulee.

Discella Capparidis Pat. et Har. (Bull. soc. Myc. France, 1905, 21. Bd., p. 86) scheint eine *Oncospora* zu sein. Ebenso *Cryptosporium circinans* Welw. et Curr. Ähnlich sich verhaltende Stromata scheint *Anaphysmene* Bubak zu haben (Ann. myc. 1906, 4. Bd., p. 122).

545. **Oncospora viridans** Kalchbr. et Cooke.

Der Pilz wird von Saccardo (Syll. Fung. 1884, III. Bd., p. 691) zu *Ephelis* Fr. gestellt. Der Typus der Gattung *Ephelis* (*E. mexicana* Fr.) ist jedoch nach Atkinson die Conidienform einer *Balansia*.

Das Originalexemplar von *Oncospora viridans* aus dem Herbar Kew zeigte mir, daß der Pilz der *Oncospora bullata* K. et C. äußerlich fast ganz gleichsieht. Vergleicht man jedoch die Querschnitte beider Pilze, so sieht man, daß sie zwar voneinander verschieden sind, jedoch derselben Gattung angehören. Medianschnitte lehren, daß *Oncospora viridans* ganz so gebaut ist, wie *Oncospora bullata*, während aber bei letzterer Art das Stromagewebe mehr minder offenzellig-kohlig ist, ist es bei *Oncospora viridans* weich, fleischig, blaß.

Der Pilz entwickelt sich einige Zellschichten tief unter der Epidermis, bricht dann, letztere zerreißend, mit breiter Basis hervor, verbreitert sich oben etwas und bildet unregelmäßig

rundliche, rauhe, 0·5 bis 0·8 *mm* breite Polster, die zu mehreren, meist dicht rasig in 2 bis 3 *mm* breiten, rundlichen Gruppen stehen. An der Basis und innen ist das Gewebe blaß, nach außen zu wird es grünlich und geht allmählich in die bald dünne, bald bis 80 μ dicke Außenschichte über, welche blauschwarz gefärbt ist. Diese Färbung rührt von dem Auftreten von blauschwarzen Körnern in den Zellen her, deren Membran blaß ist. Die äußeren Zellen dieser Außenschichte sind rundlich, 8 bis 9 μ breit.

Man sieht also, daß der Pilz gar nicht kohlig ist, im Gegensatze zu *Oncospora bullata*. Unterhalb der schwarzen Außenschichte entstehen meist flache, unregelmäßige oder rundliche Hohlräume, auf deren Basis auf ziemlich kurzen, wenig differenzierten Trägern einzellige, etwas gebogen keulige, 20 ≍ 3 bis 4 μ große Sporen entstehen. Schließlich reißt die schwarze Decke auf, der Pilz öffnet sich unregelmäßig schalenförmig.

Trotz der ganz verschiedenen Beschaffenheit des Gewebes ist die nahe Verwandtschaft desselben mit *O. bullata* eine so unzweifelhafte, daß er sicher in dieselbe Gattung gehört. Nach der künstlichen Einteilung der Nebenfruchtformen in Saccardo's Syll. Fungorum müßten beide Formen in ganz verschiedene Abteilungen kommen. Ich halte die beiden *Oncospora*-Arten für stromatische Nebenfruchtformen, die sich aber den Excipuleen und Nectrioideen-Patellineen nähern. Die definitive Stellung derselben wird erst klar werden, wenn die dazugehörigen Schlauchpilze bekannt sein werden.

546. Protostegia Magnoliae Cooke.

Der Pilz tritt herdenweise blattoberseits auf, nicht unterseits, wie in Saccardo, Syll. fung., III, p. 691, steht. Er sitzt direkt unter der Epidermis, ist scheibenförmig oder halbiert linsenförmig, etwa 470 μ breit und 100 μ dick. Er entwickelt sich aus einem farblosen Mycel, das aus 1 bis $1^1/_2$ μ dicken Hyphen besteht und die ganze Blattdicke durchsetzt. Blattunterseits bildet er in der Epidermis eine dünne Schichte eines braunen, kleinzelligen Gewebes, blattoberseits entsteht ebenfalls in der Epidermis an einer rundlichen, etwa 400 μ breiten

Stelle eine Schichte braunzelligen Gewebes, unter welcher die Pycniden entstehen, bei deren Reife das darüberliegende, infizierte Epidermisstück in Form eines rundlichen Blättchens abgeworfen wird. Die Basis der Pycniden besteht aus einem braunen, aus rundlich-polyedrischen, etwa 4 μ breiten, in einigen Lagen stehenden Zellen zusammengesetzten Gewebe, das oft schwach entwickelt ist, oft bis 20 μ dick wird. Auf dieser braunen Basalschichte liegen einige Lagen von sehr kleinen, hyalinen Zellen, deren oberste die Sporen bilden. Diese sind hyalin, fadenförmig, meist bogig schwach gekrümmt, in der Mitte am dicksten, gegen die spitzen Enden allmählich dünner werdend, einzellig und 30 bis 40 ≍ 1 bis 1·5 μ groß. Die obere Hälfte des Gehäuses läßt den mittleren Teil des Pilzes frei und besteht aus einigen Lagen von radialstehenden braunen Hyphen, die in Form von braunen, stumpfen, 3 bis 4 μ breiten, parallelen Borsten endigen. Die Dicke der oberen Hälfte des Gehäuses ist oft nur gering, kann aber gegen die Basis bis 20 μ betragen. Die Borsten sind mit zwei bis drei Querwänden versehen, zum Teile kurz, oft aber bis 120 μ lang. Nach Abwurf der Epidermis richtet sich die einen bis 130 μ breiten Ring bildende obere Perithecienmembranhälfte mit den Borsten auf.

Der eigenartige Pilz kann als eingewachsene Excipulee betrachtet werden, bildet aber durch die Unvollkommenheit seines Gehäuses einen deutlichen Übergang zu *Colletotrichum* und namentlich *Colletotrichopsis* B. Die bei diesen Gattungen auftretenden Borsten sind offenbar die letzten Reste oder ersten Anfänge eines Gehäuses.

547. Sporonema Desm.

Die Gattung wurde in Ann. scienc. nat., 3. Ser., Botan, 1847, VIII. Bd., p. 182, mit der Typusart *Sporonema phacidioides* Desm. aufgestellt.

1. *Sporonema phacidioides* Desm. hat nach dem Originalexemplar in Desm. Pl. crypt. de France, 1847, Nr. 1645, im Blattparenchym unter der Epidermis eingewachsene Fruchtkörper, die bis 250 μ breit und 140 μ hoch sind. Der Mediansschnitt ist rundlich oder länglich. Die Basis ist nicht flach, sondern oben konkav. Unten und seitlich ist keine Wandung

vorhanden, sondern nur eine dünne, hyaline Grenzschichte, auf der allseitig die etwa 20 bis 25 ≍ 1 μ großen, hyalinen, büschelig verzweigten Sporenträger sitzen, die an der Spitze nicht in Ketten stehende, längliche, hyaline, einzellige, etwa 6 bis 7 ≍ 1·5 bis 2 μ große Sporen in Menge nacheinander entwickeln. Oben ist eine braune Decke vorhanden, die aus zwei bis drei Lagen von Hyphen besteht und bald locker plectenchymatisch-faserig, bald mehr parenchymatisch entwickelt ist. Ein Ostiolum ist nicht vorhanden, die braune Decke öffnet sich schließlich durch Auseinandertreten der Hyphen oder zerreißt ganz unregelmäßig, wenn dieselbe parenchymatisch ist.

Der Pilz kann nur als Sphaerioidee oder Melanconiee aufgefaßt werden, je nachdem man das Vorhandensein eines Gehäuses annimmt oder nicht. Er ist in der Tat bei den beiden späteren wiederholten Neubeschreibungen in verschiedene Gattungen gestellt worden.

Es ist mir nicht zweifelhaft, daß *Gloeosporium Morianum* Sacc. (Syll. Fung., X, p. 458) derselbe Pilz ist. Ferner ist auch *Phyllosticta Medicaginis* Fuckl. nach dem Exemplar in Fungi rhen. No 488 damit identisch.

Er bildet offenbar einen Übergang von den Sphaerioideen zu den Melanconieen und muß der Name *Sporonema* für diese Formen festgehalten werden.

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß es zwei Gattungen *Gloeosporium* gibt.

Gloeosporium Desm. et Mont. (Ann. scienc. nat., 3. Ser., 1849, XII, p. 295) hat die Typusart: *Gl. Castagnei* Desm. et Mont. Diese hat aber zweizellige Sporen und wird daher heute zu *Marsonia* Fisch. = *Marssonina* P. M. gerechnet. Später haben aber Desmazières und Montagne auch Formen mit einzelligen Sporen in die Gattung gestellt, die noch heute in derselben stehen. Daher ist *Gloeosporium* Desm. et Mont. eine Mischgattung, was ja für fast alle älteren Gattungen gilt. Es bleibt daher, wenn man diese Gattungen nicht alle streichen will, was nach den gültigen Nomenklaturregeln nicht angent, nichts anderes übrig, als auf die Typen derselben zurückzugehen, diese genau zu untersuchen und festzustellen, was dieselben darstellen.

Saccardo hat nun 1880 (Michelia, I, p. 10) die Gattung *Gloeosporium* auf die Formen mit einzelligen Sporen beschränkt, ein unglücklicher Umstand, weil gerade der Typus derselben zweizellige Sporen hat. *Gloeosporium* Desm. et Mont. ist daher nach dem Typus der Gattung gleich *Marsonia* Fisch. 1874 = *Marssonina* P. M. 1906.

Als Typus der Gattung *Gloeosporium* Sacc. muß (l. c.) *Gl. Robergei* Desm. gelten. Von oben betrachtet hat diese Form eine gewisse Ähnlichkeit mit *Sporonema phacidioides*, allein Querschnitte lehren, daß es eine flache Melanconiee ohne jede Decke ist, die sich auf den Epidermiszellen unter der Cuticula entwickelt. Über dem Pilze bräunt sich die Cuticula und wird schließlich in Form eines rundlichen Blättchens ganz abgeworfen. Die Ablösung derselben geschieht ringsum am Rande des Pilzes. Dieser besteht nur aus einer Schichte von braunen, kleinen Parenchymzellen, auf der sich kurze, hyaline, oft bauchig-kegelige, $4 \asymp 4\ \mu$ große Sporenträger erheben, die nur in einer Schichte stehende, hyaline, elliptische, einzellige, große Sporen bilden.

Die Querschnittsabbildung des Pilzes in Briosi e Cavara, I Funghi parassiti, No 148, ist falsch, denn der Pilz entsteht nicht in, sondern auf der Epidermis, direkt unter der Cuticula.

Man sieht, daß der Pilz nicht dem entspricht, was man heute allgemein als *Gloeosporium* versteht.

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß *Ascochyta Medicaginis* Bres. (Hedwigia, 1900, 39. Bd., p. 326) offenbar gleich *Septoria Medicaginis* Rob. in Desm., Plant. crypt. France, Nr. 1728, ist. Die gut entwickelten Sporen haben schließlich drei Querwände und ist der Pilz eine *Stagonospora*, die *St. Medicaginis* (Rob.) v. H. genannt werden muß.

Septoria allantoidea B. et C. (Sacc., Syll. III, p. 586, sub *Rhabdospora*) und *Gloeosporium Medicaginis* E. et K. (Journ. of Myc., 1887, p. 104) wären miteinander zu vergleichen, da sie vielleicht identisch sind.

2. *Sporonema hyemalis* Desm. entwickelt sich in und unter der Epidermis, ist halbiert schildförmig, flach. Das Gehäuse ist nur oberseits entwickelt und in die Epidermis eingewachsen. Es besteht aus etwa zwei bis drei Lagen von

braunen, 2 bis 4 μ breiten Hyphen, welche bald locker verflochten sind, bald zu einem polygonalen Parenchym verbunden sind. Dieses schlechtentwickelte oberseitige Gehäuse läßt keine Andeutung eines Ostiolums erkennen und reißt ganz unregelmäßig auf. Am Rand verläuft es ganz allmählich und ohne scharfe Grenze. Die blasse oder hyaline Basis des Pilzes ist dünn, kleinzellig-plectenchymatisch und dicht mit sehr kurzen, parallelen, einfachen, hyalinen Sporenträgern besetzt, welche lange Ketten von zylindrischen, einzelligen, 6 bis 8 ≍ 2·5 bis 3 μ großen Sporen entwickeln. Die Ketten sind stets unverzweigt und stehen dicht parallel. Meist zerfallen sie leicht in ihre Glieder, seltener hängen die Sporen zu septierten Fäden zusammen.

Vergleicht man den Pilz mit *Schizothyrella quercina* (Lib.) Thüm. (siehe Fragmente z. Myk., 1909, IX. Mitt, Nr. 463), so erkennt man, daß beide Pilze ganz nahe miteinander verwandt sind, so daß sie beide in dieselbe Gattung gehören. Sie unterscheiden sich nur dadurch voneinander, daß bei *Schizothyrella* Thüm. die Sporenketten nur 1·8 μ dick sind und die einzelnen Glieder sich schwerer voneinander trennen.

Der Pilz gehört daher nicht in die Gattung *Sporonema* und muß *Schizothyrella hyemalis* (Desm.) v. H. genannt werden.

3. *Sporonema glandicola* Desm. (Ann. scienc. nat., III. Ser., 1852, 18. Bd., p. 367) wurde zuerst als *Phoma glandicola* Desm. (Ann. scienc. nat., III. Ser., 1846, V. Bd., p. 281) beschrieben.

Der Pilz ist nach dem Originalexemplar in Plant. crypt. France, 1853, Nr. 83, ein kleines, kohliges, offenzelliges Stroma, das in der Epidermis eingewachsen ist und die Außenwand derselben vorwölbt, kein Ostiolum hat und meist nur einen Hohlraum aufweist. Das Stromagewebe ist oben und unten gut entwickelt. Der Hohlraum wird durch von der Wandung ausgehende Leisten und Vorsprünge etwas lappig und ist ringsum mit den dichtstehenden, einfachen, etwa 8 ≍ 1 μ großen Sporenträgern besetzt, die an der Spitze nicht in Ketten stehende, stäbchenförmige, gerade oder schwach gekrümmte, hyaline, einzellige, etwa 6 bis 7 ≍ 1 μ große Sporen bilden. Manchmal

sind neben dem Hauptloculus noch ein bis zwei kleinere vorhanden.

Der Pilz ist weder eine *Sporonema* noch eine *Phoma*. Er paßt ganz gut in die Formgattung *Dothiopsis* Karsten und muß vorläufig *Dothiopsis glandicola* (Desm.) v. H. genannt werden.

Eine verwandte Form ist sicher *Ceuthospora glandicola* B. R. S. (Sacc., Syll., III, p. 278), welche ebenfalls auf morschen, unreifen Eicheln wächst und sicher keine echte *Ceuthospora* ist.

Ich halte beide diese Pilze für keine normalen Arten, sondern für Kümmerformen, die durch die mangelhafte Ernährung auf der harten Schale der Eicheln entstanden sind und in besser entwickelten anderen Formen auf Zweigen vorkommen werden.

Die Gattung *Ceuthospora* Fries, 1825, ist sicher von *Torsellia* Fries, 1849, verschieden.

Dothiopsis Karsten wurde vom Autor zuerst (Hedwigia, 1884, 23. Bd., p. 6) als Stromata beschrieben, die mehrere Loculi enthalten, sowie verlängerte oder zylindrische Sporen zeigen.

Später (Acta soc. pro fauna et flora fennica VI, 1890, p. 16) werden der Gattung ovale Sporen und nur ein Loculus zugeschrieben.

Diese Änderung hat Karsten deshalb angebracht, weil er erkannte, daß *Dothiopsis* K. 1884 von *Fusicoccum* Corda 1829 nicht genügend verschieden ist (Hedwigia, 1884, 23. Bd., p. 20).

Als Typus der Gattung *Dothiopsis* Karst. 1890 figuriert nun *Dothiopsis pyrenophora* (Fr.) Karst. Es ist dies eine Spermogonienform von *Dothiora Sorbi* (Wahl.). Offenbar ist es dieselbe Form, welche von Libert als *Dothichiza Sorbi* (in herb.) bezeichnet und von Thümen als *Micropera Sorbi* (Hedwigia, 1880, 19. Bd., p. 180) genauer beschrieben wurde. Thümen gibt zwar die Sporen als stäbchenförmig und 3 bis $4 \asymp 1$ bis $1 \cdot 5\,\mu$ groß an, während sie nach Karsten oval und 3 bis $5 \asymp 1 \cdot 5$ bis $2\,\mu$ groß sein sollen, allein bei so kleinen Sporen gibt es meist alle Übergänge zwischen stäbchenförmigen und länglichen Sporen. Da ich am Libert'schen Original-

exemplar den Pilz nicht finden konnte, nahm ich in Fragmente z. Myk., 1909, VII. Mitt., p. 341, an, daß die Aufstellung der Gattung *Dothichiza* auf Irrtümern von Libert und Thümen beruhe. Allein nun gewann ich die Überzeugung, daß diese Gattung doch existiert und daß offenbar *Dothichiza Sorbi* Lib. = *Dothiopsis pyrenophora* (Fr.) Karst. ist.

Daraus ergeben sich nomenklatorische Konsequenzen, auf die ich nicht eingehe, da ich diese Form nicht kenne und daher auch nicht weiß, ob dieselbe nicht eine *Dothiorella* Sacc. ist, wohin dieselbe in Syll. Fung., III, p. 238, gestellt wurde.

Nach dem Gesagten könnte *Sporonema glandicola* auch zu *Dothichiza* Libert (non Saccardo) gestellt werden.

Aus dem Angeführten ist zu ersehen, wie verworren die nomenklatorischen Fragen bei den Pilzen sind und wie nötig es ist, die Typen der Gattungen genau zu kennen.

4. *Sporonema ramealis* Desm. (Ann. scienc. nat., 1851, Botan., 3. Ser., XVI. Bd., p. 320) besteht nach dem Originalexemplar in Pl. crypt. France, 1843, Nr. 82, aus länglichen, flachen, bis 520 μ langen, 120 μ dicken Stromaten, mit dünnem, braunem, sehr kleinzelligem Stromagewebe und einem flachen Loculus ohne Ostiolum. Die auf kurzen Sporenträgern sitzenden hyalinen Sporen sind spindelförmig, beidendig spitz und meist 8 bis 10 ≍ 2 bis 2·5 μ groß. Die Stromata sind ein bis zwei Zellschichten tief unter der Epidermis eingewachsen.

Der Pilz ist sicher eine *Diaporthe*-Nebenfruchtform und muß daher zu *Plenodomus* Preuß = *Phomopsis* Sacc. gestellt werden (siehe Fragmente z. Mykol., 1909, VII. Mitt., Nr. 343).

Der Pilz ist identisch mit *Phoma sambucina* Sacc. (Michelia, 1880, II, p. 97), welche auch Saccardo als eine *Diaporthe*-Nebenfruchtform betrachtet. Vielleicht ist auch *Phoma foetida* Brun. damit identisch.

Der Pilz hat nun *Plenodomus ramealis* (Desm.) v. H. zu heißen.

5. *Sporonema strobilina* Desm. (Ann. scienc. nat., 1852, III. Ser., Botan., 18. Bd., p. 368) ist nach dem Originalexemplar in Desm., Pl. crypt. France, 1859, Nr. 700, ein typisches *Plenodomus*, das *Plenodomus strobilinus* (Desm.) v. H. genannt werden muß.

Die Stromata sind knorpelig-gelatinös, knollenförmig, mit flacher Basis, bis 560 μ breit und hoch. Sie verschmelzen oft zu wenigen miteinander und entwickeln sich in und unterhalb der Epidermis der Unterseite der Zapfenschuppen. Sie enthalten einen rundlichen oder etwas gelappten Loculus, der ringsum mit den ziemlich kurzen, einfachen, dünnen Sporenträgern ausgekleidet ist. Die hyalinen Sporen sind beidendig lang zugespitzt, schmal spindelförmig, einzellig oder zweizellig, meist 12 ≍ 1·5 bis 2 μ. Das Stromagewebe ist zartfaserig-plectenchymatisch, knorpelig-gelatinös, an der Basis und innen hyalin, in die schwach entwickelte und verschieden ausgebildete, braune, außen zellige Oberflächenschichte allmählich übergehend. Die Stromata brechen schließlich hervor und werden dann von den Epidermislappen begrenzt.

Vergleicht man den Pilz mit *Plenodomus Rabenhorstii* Preuß., so erkennt man eine überraschende generische Übereinstimmung. Auch diese Typusart hat ein knorpelig-gelatinös-plectenchymatisches Stromagewebe und häufig zweizellige, spindelige Sporen.

Ich glaube, daß *Plenodomus strobilinus* zu *Diaporthe occulta* (Fuck.) Nidschke (Symbol. mycol., 1869, p. 210; Pyrenomyc. german., 1870, p. 266) gehört. Fuckel (Symb. myc., III. Nachtr., 1875, p. 23) gibt zwar eine *Phoma* mit länglich-eiförmigen, 7 ≍ 3 μ großen Sporen als Nebenfrucht an, allein wahrscheinlich mit Unrecht, da in allen sicheren Fällen die *Diaporthe*-Arten nur *Plenodomus* = *Phomopsis* als Nebenfrucht haben.

Aus diesen Angaben über die fünf von Desmazières aufgestellten *Sporonema*-Arten ersieht man, daß dieselben zu vier verschiedenen Formgattungen gehören. Will man daher diese Gattung aufrecht erhalten, so muß man sich an die erste aufgestellte Art (den Typus) derselben halten.

548. **Eriospora leucostoma** Berk. et Br.

Ann. and Mag. nat. Hist., 1850, II. Serie, V. Bd., p. 455, Taf. XI, Fig. 1.

Nach der Originalbeschreibung soll der Pilz ein Stroma mit vielen kugeligen Loculi besitzen, die ein gemeinsames Ostiolum haben.

Die Untersuchung des sicher hierhergehörigen Exemplars in Fuckel, Fung. rhen., Nr. 1726, zeigte mir aber, daß der Pilz einfache, gelatinös-fleischige Pycniden hat und daher zu den Nectrioideen gehört.

Die rundlichen, oft etwas gestreckten, wenig abgeflachten Pycniden sind unter der Epidermis eingewachsen und etwa 300 bis 400 μ groß. Die Wandung derselben besteht aus zwei Schichten. Die äußere Schichte ist etwa 6 bis 7 μ dick, gelbbräunlich, weich und von undeutlicher Struktur. In derselben findet man (Kalkoxalat?) Konkretionen von verschiedener Größe und Gestalt eingelagert. Sie ist nach außen nicht scharf begrenzt. Innen ist derselben eine hyaline, weich-gelatinöse 25 bis 35 μ dicke Schichte aufgelagert, in der man netzig verbundene, hyaline, 1 μ breite Hyphen sieht. Die Netzmaschen sind etwa 5 bis 7 μ breit. Aus diesem gelatinösen Hyphennetze entspringen nun voneinander getrennte, also keine geschlossene Fruchtschichte bildende, etwa 6 bis $8 \asymp 1$ μ große, einfache, hyaline, nach innen gerichtete Stäbchen, die an der Spitze etwa drei bis sechs fadenförmige, einzellige, gerade oder wenig verbogene, hyaline, bis $100 \asymp 0 \cdot 7$ μ große Fäden besitzen, die sich oft einzeln, oft aber samt den Stäbchen ablösen.

Der Pilz bricht mit einer zylindrischen, oben flachen und nicht vorragenden, weißen, 60 bis 70 μ breiten, etwa 80 μ hohen Mündungspapille durch die Epidermis. Das Gewebe dieser Papille besteht aus 2 bis 3 μ großen, hyalinen, dickwandigen, weichen Zellen, welche im Medianschnitte durch die Pycnide wenig gestreckt erscheinen. Dasselbe geht allmählich in die gelatinöse Innenschichte der Pycnidenwandung über. Das Ostiolum ist undeutlich, um die kleine, flache, rundliche Mündungsscheibe herum ist das Gewebe clypeusartig gebräunt. Man sieht, daß der Pilz ganz eigenartig gebaut ist. Namentlich die Beschaffenheit und Entstehung der Fruchtschichte weicht von dem bisher Bekannten ganz ab.

Ob der Pilz als staurospor oder scolecospor aufgefaßt werden soll, bleibt zweifelhaft und hängt davon ab, ob man die stäbchenförmigen Träger der drei bis sechs Fäden als Bestandteil der Sporen betrachtet oder nicht.

Jedenfalls gehört der Pilz zu den einfachen Zythieen.

549. Hymenula fumosellina Starbäck.

Der Pilz hat kurzgestielte, schalenförmige Fruchtkörper (Bihang kon. svensk. Akad. Handl., 1896, XXI. Bd., III. Afd., Nr. 5, p. 35, Fig. 25 *c*), ist daher keine *Hymenula.* Überdies hat mir die Untersuchung eines authentischen Exemplars ex Herbario Erik Haglund auch noch gezeigt, daß die Sporen an der Spitze der Sporenträger in Ketten stehen. Der Pilz gehört daher zu den Nectrioideae-Patellinae und stellt hier eine eigene neue Gattung dar, die mit *Siroscyphis* Clements (Genera of Fungi, 1909, p. 130 und 176) verwandt ist und sich von dieser Gattung wenigstens durch die kahlen Pycniden und wahrscheinlich auch durch die zylindrischen Conidien unterscheidet.

Der Pilz ist dick und kurzgestielt ($120 \asymp 120\,\mu$). Die schalenförmige Scheibe ist 200 bis 300 μ breit und hat ein 20 μ dickes Excipulum, das aus parallelen, dünnen, bräunlichen Hyphen besteht, die oben am stumpfen Rande dickwandig und 5 μ breit werden und stumpf endigen. Das Hymenium besteht aus dicht stehenden, sehr dünnen, büschelig verzweigten, 40 bis 50 μ langen Sporenträgern, die an der Spitze lange Ketten von zylindrischen, geraden, an den Enden quer abgeschnittenen, hyalinen, einzelligen, 12 bis $14 \asymp 1 \cdot 5\,\mu$ großen Sporen bilden. Das Stiel- und das Hypothecialgewebe besteht aus dickwandigen, 4 bis 5 μ breiten Parenchymzellen. Der Pilz sitzt auf einer dünnen, aus braunen, dünnwandigen, verflochtenen Hyphen bestehenden Basalschicht, die der Epidermis aufsitzt.

Ich nenne die neue Gattung

Siroscyphella v. H. (Nectrioideae-Patellinae).

Pycniden oberflächlich, kahl, kurz und dick gestielt, schalenförmig, unten parenchymatisch, Excipulum parallelfaserig, fleischig, blaß. Sporenträger dichtstehend, parallelbüschelig verzweigt, an den Enden Ketten von hyalinen, zylindrischen, einzelligen Sporen bildend.

Siroscyphella fumosellina (Starb.) v. H.

(Syn.: *Hymenula fumosellina* Starbäck.)

550. Pyrenotrichum Splitgerberi Mont.

Der in Ann. scienc. nat., 1843, 2. Ser., XX. Bd., p. 376 c. icon. beschriebene und abgebildete Pilz hat nach dem Originalexemplar aus dem Pariser Herbar nicht längliche Sporen, sondern stark gewundene, fadenförmige und ein fleischiges Gehäuse. Er gehört zu den *Nectrioideae-Patellinae.*

Der Pilz wächst oberflächlich, zerstreut auf einem weißen Flechtenthallus auf einer glatten Rinde. Er ist rundlich, trocken flach, schwarz, etwa 520 μ breit und sitzt mit verschmälerter Basis auf. Er entwickelt sich aus einem hervorbrechenden, plectenchymatischen, fleischigen Hyphengewebe, das sich nahe der Oberfläche des Flechtenthallus befindet. Das rundliche, fleischig-häutige, schmutzigviolett gefärbte, weiche, fast gelatinöse Gehäuse ist nahe der Basis bis 80 μ dick, oben bis 35 μ dick und besteht aus dünnen, derbwandigen, dicht plectenchymatisch verflochtenen Hyphen. Im Querschnitt erscheint dasselbe daher aus dickwandigen, sehr kleinen Zellen zusammengesetzt, während es in der Flächenansicht verworren faserig aussieht. Ein Ostiolum fehlt völlig. Merkwürdigerweise ist die Pycnidenmembran auf einer Seite bis 400 μ tief eingestülpt, so daß der Innenraum der Pycnide im Medianschnitte hufeisenförmig gekrümmt erscheint. Diese Einstülpung wird bei der Sporenentleerung herausgepreßt und öffnet sich weit und unregelmäßig. Nun sieht der Pilz einer seitlich kurz gestielten *Cyphella* ähnlich. An der Basis ist die Pycnide innen dicht mit parallelen, geraden, einfachen, bis 75 ≍ 1·5 μ großen Sporenträgern besetzt, welche an der Spitze etwa 50 bis 60 μ lange, hyaline, 1·5 bis 2·2 μ breite, fadenförmige Sporen bilden, die ganz unregelmäßig gekrümmt und miteinander zu einer unentwirrbaren Masse verschlungen sind. Seitlich und oben finden sich in den Pycniden keine Sporenträger. Die Pycnidenmembran ist innen dunkler violett gefärbt als außen, wo sie fast farblos wird.

Da das Gehäuse weichfleischig und lebhaft gefärbt ist und sich die Sporenträger nur unten vorfinden, wird der Pilz am besten zu den Nectrioideae-Patellinae gestellt, wo er allerdings eine isolierte Stellung einnimmt.

Am meisten scheint der Pilz mit *Trichosperma* Speg. und *Kmetia* Bres. et Sacc. verwandt zu sein.

Er ist ganz so gebaut wie die von mir (Fragmente z. Myk., 1907, III. Mitt., Nr. 144, und 1909, IX. Mitt., Nr. 461) als *Trichosperma cyphelloidea* und *Tr. aeruginosa* beschriebenen beiden Pilze, die daher in die Gattung *Pyrenotrichum* gestellt werden müssen.

Melophia Woodsiana Sacc. et Bert. (Syll. Fung., III, p. 659) dürfte nach der Beschreibung ein *Pyrenotrichum* sein.

551. Catinula aurea Léveiller.

Der in Ann. scienc. nat., 1848, 3. Ser., IX, p. 248, beschriebene Pilz ist der Typus der Gattung. Saccardo versetzt (Syll. Fung., III, p. 672) den Pilz in die Gattung *Lemalis* Fries (Summa veget. scand., 1849, p. 301), was, da es sich um einen Gattungstypus handelt, nicht statthaft ist.

Der Typus der Gattung *Lemalis* (*L. Alismatis* [P.] Fr.) ist nach Fries' bestimmter Angabe offenbar ein Discomycet und wird in Sacc., Syll. Fung., VIII, p. 327, nochmals als *Mollisia? Alismatis* (P.) Sacc. angeführt.

Catinula aurea Lév. ist nach dem Originalexemplar aus dem Pariser Herbar eine Nectrioidee-Patellinee und ist möglicherweise von *Patellina* Speg. 1881 generisch nicht verschieden.

Der Pilz ist oberflächlich, anfänglich geschlossen, zuletzt flach schalenförmig ausgebreitet, 200 bis 800 μ breit und etwa 80 μ dick. Das schüsselförmige Gehäuse ist blaß, fleischig und etwa 20 bis 25 μ dick, flach aufsitzend. Unten ist dasselbe sehr kleinzellig parenchymatisch, gegen den etwas dickeren stumpfen Rand aus parallelen, dickwandigen, etwa 1·5 bis 2 μ breiten Hyphen aufgebaut. Außen kahl. Innen ist das Gehäuse mit parallel büschelig verzweigten, 18 bis 25 ≍ 1 bis 1·5 μ großen Sporenträgern dicht besetzt, die an der Spitze der Zweige kugelige, hyaline oder gelbliche, etwa 1·7 μ große Sporen in großen Mengen entwickeln, die schleimig verbunden sind. Die subhymeniale Schichte des Gehäuses ist bräunlich gefärbt.

Dendrodochium citrinum Grove (Syll. Fung., IV, p. 652) ist offenbar derselbe Pilz. Das gleiche vermute ich von *Dendrodochium microsporum* Sacc. (Syll., IV, p. 650).

552. Catinula leucophthalma Leveiller.

(Ann. scienc. nat., III. Serie, Botan., IX. Bd., p. 248 [1848].)

Ist nach dem Originalexemplar aus dem Pariser Herbar eine *Bloxamia* mit etwa 2 ≍ 2 μ großen zylindrisch-kubischen Sporen. Das morsche Astholz, auf welchem der Pilz wächst, dürfte von *Ulmus* herrühren. Der Pilz unterscheidet sich von *Bloxamia truncata* B. et Br. nur durch die etwas kleineren Sporen und dürfte nur eine Form dieser Art sein.

Trullula nitidula Sacc. (= *Bloxamia Saccardiana* Allescher) wird von *Bloxamia truncata* B. et Br. nicht verschieden sein.

Der obige Pilz muß *Bloxamia leucophthalma* (Lév.) v. H. heißen.

Léveiller stellte in die Gattung *Catinula* drei Arten. Die erste derselben *(C. aurea)* muß als der Typus der Gattung angesehen werden. Nach dem Originalexemplare (siehe voriges Fragment [Nr. 551]) ist es eine Nectrioidee-Patellinee, die von *Patellina* Speg. vielleicht nicht generisch verschieden ist. Doch kenne ich den Typus dieser Gattung nicht. Léveiller's drei *Catinula*-Arten scheinen zu drei verschiedenen Gattungen zu gehören.

Catinula turgida (Fr.) Desm. ist eine *Dothichiza* Sacc. non Libert. (Siehe meine Fragmente z. Myk., 1909, VII. Mitt., Nr. 341.)

Neuerdings hat Clements (The genera of fungi, Minneapolis, 1909, p. 135 und 176) für *Trullula nitidula* Sacc. die Gattung *Thecostroma* aufgestellt. Diese Gattung fällt natürlich mit *Bloxamia* zusammen.

553. Sirozythia olivacea v. H. n. sp.

Pycniden herdenweise, anfänglich zwei Zellagen tief unter der Epidermis eingesenkt, kugelig, ohne Ostiolum, schließlich hervorbrechend, sich oben rundlich öffnend und weit zylindrisch-schalenförmig, 500 μ breit, 300 μ hoch. Pycnidenmembran weich-fleischig, hyalin, kahl, unten etwa 10, oben bis 20 μ dick,

sehr zartfaserig-plectenchymatisch, innen unten mit dichtstehenden, parallelen, 40 bis 60 ≍ 1·5 μ großen, unverzweigten, hyalinen Sporenträgern ausgekleidet, die nach obenhin allmählich blaß olivengrün werden und in Sporenketten zerfallen. Sporen einzeln subhyalin, in Massen dunkelolivengrün, zylindrisch, an den Enden abgestumpft, gerade, 3 bis 5 ≍ 2 μ. Sporenketten oben zerfallend, Sporen dann schleimig fest verbunden.

An Zweigen von *Berberis vulgaris* bei Krems in Niederösterreich, 1909.

Der Pilz weicht von *Sirozythia rosea* v. H., dem Typus der Gattung (Ann. myc., 1904, II. Bd., p. 48), mit welchem er den gleichen Bau der Pycnidenmembran gemein hat, dadurch ab, daß die Sporenträger nur im untersten Teil, besonders an der Basis der Pycniden vorhanden sind, daß sie langgestreckt und stets einfach sind, sowie nur unverzweigte, oben zerfallende Sporenketten bilden. Die Sporen werden massenhaft entwickelt, sind schleimig verklebt und ragen schließlich aus der kurzzylindrischen Schale, auf der sie sitzen, in Form eines olivenschwarzen Zylinders schnabelartig hervor. Der Pilz stellt offenbar eine neue Formgattung dar, mag aber vorläufig bei *Sirozythia* bleiben, der er ja nahe steht.

Von *Sirocyphis* Clements (The genera of fungi, 1909, p. 130 und 176), einer mir unbekannten Gattung, unterscheidet er sich schon durch die kahlen Pycniden.

554. Levieuxia natalensis Fries.

Der Pilz (Fries, Summa veget. scand., 1849, II, p. 415, wo Litt.) ist nach dem Originalexemplar aus dem Herbar Fries in Upsala ein steriles, kohliges Stroma.

Unter dem Periderm findet sich ein bald dünnes, bald bis 0·5 *mm* dickes, opakes, kohliges, kleinzelliges Stroma, das weit ausgebreitet ist. Dasselbe bricht nun stellenweise hervor und bildet zylindrische, oben abgerundete, harte, schwarze, glänzende, 1 *mm* breite und 1 bis 3 *mm* hohe, senkrecht oder schief stehende, manchmal zu zweien bis dreien an der Basis verwachsene Zapfen, welche leicht abbrechen. Diese Zapfen

sind solide und bestehen aus parallelen Reihen von dicht verwachsenen, braunkohligen, dünnwandigen, leeren, 4 bis 8 μ breiten und meist zwei- bis dreimal längeren Zellen. Außen sind die Zapfen mit einer homogenen, harten, brüchigen, glänzenden, schwarzen, etwa 80 bis 100 μ dicken Kruste bedeckt, welche vielleicht harzartiger Natur ist und in warmer Kalilauge sich auflöst. Hohlräume und Sporen fehlen völlig.

Ist jedenfalls das sterile Stroma irgendeiner Sphaeriacee, vielleicht einer Valsacee.

555. Pleococcum Robergei Desm.

(Ann. scienc. nat., 1849, III. Ser., 11. Bd., p. 54.)

Der Pilz ist der Typus der Gattung. Derselbe ist nach dem Originalexemplar in Desmazières, Plant. crypt. du Nord de la France, Nr. 1738, ein junges Entwicklungsstadium ohne Sporen, einer Form, über die sich nichts Sicheres sagen läßt. Er ist sehr klein, schwarz, rundlich oder drei- bis vierlappig, knorpelig-gelatinös. Ein Gehäuse ist nicht zu sehen. Er macht den Eindruck eines Jugendzustandes einer Tremellinee *(Exidia?)*, ist jedoch möglicherweise eine ganz unentwickelte Bulgariee.

Jedenfalls muß die Gattung bis zur Auffindung des ganz entwickelten Pilzes vorläufig gestrichen werden.

Die später aufgestellten Arten derselben (Sacc., Syll., III, p. 679, X, p. 436) gehören jedenfalls nicht hierher.

556. Polynema ornata (De Not.) Léveiller.

(Ann. scienc. nat., III. Ser., Botan., V. Bd., 1846, p. 275.)

Zuerst als *Excipula ornata* De Not. beschrieben. Ist eine typische Excipulee, nach dem Originalexemplar (Herb. Tulasne, Paris) richtig beschrieben. Die Sporen sind meist einzellig, zeigen aber manchmal eine zarte Querwand.

Von *Angiopoma campanulatum* Lév. und *Melophia ophiospora* (Lév.) Sacc. scheinen Originalexemplare im Herbar Paris nicht mehr zu existieren. (S. F. Nr. 542.)

Von *Piptostomum Domingense* Lév. zeigt das Originalexemplar nur sterile schwarze, kleine Stromata, die aus großen,

offenen, polyedrischen Parenchymzellen bestehen, ohne Loculi und Sporen. Die Gattung wird zu streichen sein.

Auf dem Originalexemplar von *Sphaeromyces algeriensis* D. et Mont. ist der beschriebene Pilz nicht zu finden.

557. Über die Gattung Sacidium Nees.

Der Typus der Gattung ist *Sacidium Chenopodii* Nees (Kunze und Schmidt, Mykol. Hefte, II, 1823, p. 64, Taf. II, Fig. 1). Der Pilz ist seither nicht wieder gefunden worden und das Originalexemplar wird kaum mehr existieren. Es bleibt daher nur der Ausweg über, denselben zu deuten. Ich glaube, daß der Pilz nichts anderes ist als das abgeworfene Sporangium eines *Pilobolus*. Dafür sprechen folgende Momente:

1. Die Strukturlosigkeit der schildförmigen Membran.
2. Der völlige Mangel von Hyphen und Sporenträgern.
3. Die großen, hyalinen, fast kugeligen Sporen.
4. Der völlige Mangel einer Basalmembran.
5. Das völlig oberflächliche Auftreten des Pilzes.
6. Seine fast schwarze Beschaffenheit und scharfe Begrenzung sowie seine fast genau kreisförmige Gestalt.
7. Der Umstand, daß er auf den grünen, weichen Blättern einer meist auf Mist oder Gartenboden wachsenden krautigen Pflanze an Orten auftritt, wo am Boden häufig *Pilobolus*-Arten vorkommen.

Diese Deutung wird wesentlich dadurch gestützt, daß Spegazzini (Boletin Acad. nacion. ciencias, Cordoba, Buenos-Aires, 1889, XI. Bd., p. 604) gerade jene Arten von *Sacidium*, die in Saccardo, Syll. Fung., 1884, III. Bd., p. 650, als »Species typicae« angeführt sind, nämlich *Sacidium Spegazzinianum* Sacc., *S. Venetum* Sacc., *S. Ulmariae* Sacc. et Roum. und *S. chartarum* Sacc. et Penz., als *Pilobolus*-Sporangien erklärt hat.

Betrachtet man in der Tat die Abbildung von *Sacidium Spegazzinianum* Sacc. in den Fungi italici, Taf. 92, so erkennt man ohneweiters, daß diese Art nur ein *Pilobolus*-Sporangium ist. Die genannten Arten fanden sich an Gartenpflanzen und Papier, auf welche Substrate leicht *Pilobolus*-Sporangien gelangen können. Diese auf beliebigen Substraten klebend

gefundenen Sporangien sehen täuschend *Licea*-Arten ähnlich und mögen daher auch schon als Myxomyceten gehalten worden sein.

Sacidium?? brasiliense Speg. (l. c.) ist nach einem Originalexemplar aus dem Herbar Puiggari (Apiahy, Februar 1883) das Sporangium eines *Pilobolus*.

Sacidium Desmazièrii Mont. in Desmazières, Plant. crypt. France, 1856, Nr. 351, ist nach diesem Exemplar eine unreife *Sphaerella*.

Saccardo sah dieselbe reif und beschrieb sie (Syll. Fung., 1895, XI. Bd., p. 301) als *Sphaerella Desmazièrii* (Mont.) Sacc. Als Autor ist trotz Desmazières' Angabe Roberge und nicht Montagne anzunehmen, da Montagne ein *Sacidium Desmazièrii* nicht beschrieben hat. Der Pilz muß heißen *Sphaerella Desmazièrii* (Roberge) Sacc. Er wurde von Roberge entdeckt.

Sacidium versicolor Desm. (1853) in Plant. crypt. France, Ed. I, Nr. 52 (Ann. scienc. nat., 3. Ser., Botan., XX. Bd., p. 217), ist nach dem Originalexemplar mit *Microthyrium Rubi* Nießl 1880 identisch und hat *Microthyrium versicolor* (Desm.) v. H. zu heißen.

Sacidium Vitis E. et Ev. ist nach meinem Originalexemplar (Fungi Columb., Nr. 290) ein junger Entwicklungszustand eines Ascomyceten. Der Pilz entwickelt sich in der Epidermis und bildet linsenförmige, etwa 350 μ breite, rundliche Stromata, die von der Cuticula bedeckt sind. Die Decke besteht aus dunkelbraunen, dichtverwachsenen, 5 bis 7 μ breiten Hyphen. Das Basalgewebe ist bräunlich, parenchymatisch, mehrschichtig. Aus demselben erheben sich bräunliche, längliche Fortsätze, die oben mit einer rundlichen bis zylindrischen Schleimkappe bedeckt sind, welche Schleimfortsätze das Innere des Pilzes ausfüllen. Ist vielleicht mit *Dothidea picea* B. et C. oder *Dothidea viticola* Schw. identisch. Die kleinen Stromata bedecken die ganzen Zweige dicht herdenweise.

Sacidium microsporum Fries (Summa Veget. scand, 1849, p. 420) könnte nach Fries' Beschreibung ein kleinsporiges *Pilobolus*-Sporangium sein. Das unter diesem Namen in Rabenhorst, Fung. europ., Nr. 827, ausgegebene Exemplar ist falsch

bestimmt und stellt einen sterilen stromaähnlichen Entwicklungszustand eines Ascomyceten dar.

Sacidium umbilicatum Fries (l. c.) ist nie beschrieben worden und daher zu streichen.

Sacidium pini (Corda) Fries (l. c.) ist nach Maublanc (Bull. soc. mycol. France, 1907, XXIII. Bd., p. 171) ein mit *Aposphaeria* verwandter Pilz: *Rhizosphaera Pini* (Cda.) M.

Sacidium Duriaei Montagne (Syll. pl. crypt., 1856, p. 268) ist nach dem Originalexemplar aus dem Pariser Herbar eine unreife Sphaeriacee, wahrscheinlich eine *Sphaerella.* Die Perithecien sind schwarzbraunhäutig, deutlich zellig, mit Ostiolum, niedergedrückt kugelig, mit Mündungspapille, 120 bis 210 μ breit, meist in kleinen Gruppen stehend, mitten im dünnen Blattgewebe eingewachsen, oberseits stärker, unterseits weniger stark konvex vorragend. Nucleus noch ganz unentwickelt.

Sacidium Sambuci Montagne ist nach dem Originalexemplar aus dem Pariser Herbar ein kleines, eingewachsenes Stroma, das seinem Bau nach eine mit *Oncospora* und *Phlyctaena* verwandte Form darstellt.

Die Stromata stehen in Herden, sind in und unter der Epidermis eingewachsen, flach, rundlich oder länglich, 200 bis 500 μ lang und 120 μ dick. Das Gewebe ist braun und dünnwandig, an der Basis kleinzellig-parenchymatisch strecken sich die Zellen nach obenhin, wo das Gewebe aus unregelmäßig parallelen, senkrechten Hyphen besteht. Die Sporen entstehen an meist einfachen, 20 bis 40 ≍ 3 bis 4 μ großen, locker parallel stehenden, hyalinen oder unten blaß bräunlichen Trägern, einzelne an der Spitze derselben sind hyalin, einzellig, länglich, zartwandig, gerade oder kaum gekrümmt, 14 bis 18 ≍ 4 bis 5 μ groß und an den Enden abgerundet. Die Sporenträger stehen in einer schalenförmigen Vertiefung des Stromas, die oben, wie es scheint, schon anfänglich offen ist. Jedenfalls ist die etwa ursprünglich vorhandene Decke dieser conidienführenden, loculiartigen Räume sehr dünn und vergänglich.

Der Pilz paßt noch am besten in die Gattung *Oncospora,* ist aber von dieser durch die Sporen und die fast oder ganz offenen Sporenbehälter verschieden.

Sacidium Natricis Mont. (Sylloge, p. 269) muß nach dem Originalexemplar als eine *Phoma* bezeichnet werden, die aber einen *Plenodomus-* (= *Hypocenia-* = *Phomopsis-*) artigen Nucleus hat. Die Pycniden sind in und unter der Epidermis eingewachsen, rundlich oder länglich, etwa 400 bis 450 μ breit, schwarz, glänzend, in der Mitte oft eingesunken, oben clypeusartig entwickelt und fest mit der Cuticula verwachsen, unten weich, hyalin oder blaß, etwa 130 μ dick. Die eigentliche, unter dem Clypeus liegende Pycnide ist seitlich abgerundet, ziemlich gut begrenzt, laibförmig, unten flach, etwa 280 μ breit. In der Mitte zeigt der 28 μ dicke Clypeus ein gut entwickeltes, rundliches, 20 bis 28 μ breites Ostiolum. Der Clypeus verläuft am Rande in der Epidermis ganz allmählich. Die weiche Pycnide ist innen ringsum mit kurzen, aber manchmal bis 30 μ langen, einfachen, seltener wenig verzweigten Sporenträgern ausgekleidet. Die Sporen sind, wie häufig bei *Plenodomus*, zweierlei Art, teils gekrümmt-fädig, 24 bis 28 ≍ 1 μ, teils länglich elliptisch bis spindelförmig, einzellig, zartwandig, 10 bis 12 ≍ 3 bis 5 μ.

Die Form könnte auch als stromatische betrachtet werden, denn sie ist eigentlich ein kleines, clypeusartig entwickeltes Stroma, in dem eine Pycnide liegt. Manchmal verschmelzen mehrere Clypei miteinander, wodurch die stromatische Natur des Pilzes noch deutlicher wird. Mit dieser Auffassung stimmt der *Plenodomus*-artige Inhalt der Pykniden überein, denn *Plenodomus* ist ein stromatischer Pilz. Das deutlich entwickelte Ostiolum jedoch, das bei *Plenodomus* stets fehlt, sowie die schwache Entwicklung des Stromagewebes, das unten ganz fehlt, lassen den Pilz jedoch am besten als *Phoma* erkennen. Er hat *Phoma Natricis* (Mont.) v. H. zu heißen.

Es ist wahrscheinlich die Nebenfruchtform einer *Diaporthe.*

Auf *Ononis* ist nur die *Diaporthe Winteri* Kunze beschrieben. Das Originalexemplar dieser Art in Rab.-Wint., Fungi europaei, Nr. 3754, zeigt eine ganz ähnliche *Phoma* als Nebenfrucht, die aber stäbchenförmige, etwa 10 bis 14 ≍ 2 μ große Sporen hat, also verschieden ist. Entweder hat *D. Winteri* zweierlei *Phoma*-artige Nebenfruchtformen oder es wächst

noch eine zweite noch unbekannte *Diaporthe*-Art auf *Ononis*.

Sacidium Mauritiae Montagne (Syll., p. 269) ist nach dem Originalexemplar eine ganz überreife Dothideacee mit gefärbten Sporen, die genügend gut zu *Phaeochora* v. H. paßt (siehe Fragmente z. Myk., 1909, IX. Mitt., Nr. 444).

Die Stromata bedecken locker herdenweise große Strecken, sind rundlich oder breit elliptisch, bis 800 μ lang, außen grau, glänzend und scharf begrenzt, konvex vorragend. Sie sind etwa 200 μ dick und enthalten nur einen Loculus, der oben ein Ostiolum zeigt. Das Gewebe der Decke ist fast opak, seitlich und unten besteht es aus offenen, dunkelbraunen, dünnwandigen Zellen, ist also nicht ganz typisch phyllachoroid. Der Nucleus ist bis auf die Sporen, welche ihrer Form nach zweifellos Ascussporen sind, aufgelöst. Die Sporen sind elliptisch-spindelförmig, etwas flachgedrückt, beidendig spitzlich, einzellig, blaß bräunlich-violett oder fast weinrot gefärbt, 12 bis 16 ≍ 6 bis 6·5 μ. Die Stromata entstehen unter der Epidermis, mit welcher sie fest verwachsen sind. Ganz oben dringt das Stromagewebe oft auch stellenweise in die Epidermiszellen ein. Der Loculus ist unten flach, gut begrenzt. Unterhalb desselben ist das Gewebe dunkelbraun, parenchymatisch, offenzellig, 60 bis 80 μ dick. Seitlich vom Loculus besteht das Stromagewebe aus senkrechten Reihen von offenen, dünnwandigen, dunkelbraunen Parenchymzellen.

Weicht von *Phaeochora* durch das nicht ganz phyllachoroide Stromagewebe ab und stellt vielleicht einen neuen Gattungstypus dar.

Sacidium Mori Mont. = *Phoma Mori* Mont. (Syll. pl. crypt., p. 270) = *Aposphaeria Mori* (Mont.) Sacc., Syll., III, p. 174, ist nach dem Originalexemplar aus dem Pariser Herbar ein typisches *Plenodomus* Preuß (= *Phomopsis* Sacc.), das *Plenodomus Mori* (Mont.) v. H. genannt werden muß und vielleicht zu *Diaporthe sociabilis* Nitschke (Pyrenomyc. germ., 1870, p. 263) als Nebenfuchtform gehört.

Der Pilz bricht zwischen den Holzfasern dicht herdenweise hervor, ist halbkugelig, schwarz, schwach glänzend, 160 bis 250 μ breit, unten flach, oben eine etwa 30 μ dicke,

halbkugelige, aus kleinen, violettrotbraunen Parenchymzellen bestehende, fast opake Decke ohne Ostiolum zeigend, innen und unten weiß, fleischig. Auf der flachen Basis sitzt oben eine konvex vorspringende Gewebsmasse, so daß der conidienführende Hohlraum flach kappenförmig ist. Dieser ist innen allseitig mit dichtstehenden, etwa 10 bis 12 μ langen, einfachen Conidienträgern besetzt. Conidien länglich-spindelförmig, einzellig, gerade, 8 bis 9·5 ≍ 2 μ. Die Decke öffnet sich oben unregelmäßig.

Sacidium junceum Mont. ist nach dem Originalexemplar aus dem Pariser Herbar eine ganz typische *Phlyctaena*.

Die an den dünnen Zweigen von *Spartium* dichtstehenden Pycniden sind 60 bis 250 μ breit und entstehen stets unter den Spaltöffnungen. Die untere Hälfte derselben ist hellbraun und fast halbkugelförmig, dickwandig und aus mehreren Lagen von offenen, nicht zusammengepreßten, 8 bis 15 μ breiten, mäßig dünnwandigen Zellen bestehend. Sie bildet sich in der Atemhöhle aus. Die obere schwarzbraune Hälfte ist flachkegelig, dünn und mit der Außenwand der Epidermiszellen fest verwachsen, im mittleren Teile fehlend, so daß die Pycniden stets weit und unregelmäßig geöffnet erscheinen. Die Zellen der äußeren Pycnidenhälfte liegen in einer Schichte der Außenwand der Epidermiszellen fest an und zerfallen in durch die Seitenwände dieser scharf getrennte Gruppen. Die Pycniden entstehen daher außen in den Spaltöffnungszellen und den diese umgebenden Epidermiszellen, innen frei in der Atemhöhle. Die Fruchtschichte beschränkt sich auf die schalenförmige Basis der Pycniden, die Sporenträger sind kurz, kaum sichtbar. Die hyalinen einzelligen Sporen sind spindelförmig, beidendig spitz, meist schwach bogig gekrümmt, etwa 20 bis 24 ≍ 4 μ.

Vergleicht man den Pilz in Medianschnitten mit dem Typus der Gattung *Phlyctaena* Desm., nämlich *Phlyctaena vagabunda* Desm. (auf *Psoralea*-Stengeln) in Plant. crypt. France, Nr. 1624, so erkennt man eine gute generische Übereinstimmung beider. Bei *Phlyctaena vagabunda* ist der Fruchtboden mehr flach. Öfter sind zwei Pycniden miteinander verwachsen und ist der Pilz mehr stromatisch.

Septoria Spartii Cocc. et Mor. = *Rhabdospora Cocconii* Sacc. (Syll. Fung., X, p. 388) ist offenbar gleich *Phlyctaena juncea* (M.) v. H.

558. Melancorium Eucalypti Mass. et Rode.

Meine in Fragmente z. Myk., 1909, IX. Mitt., Nr. 465, ausgesprochene Vermutung, daß dieser Pilz mit *Harknessia uromycoides* Speg. identisch sein werde, wurde durch die Untersuchung des Originalexemplars aus dem Herb. Kew völlig bestätigt. Es ist die auf den Blüten vorkommende Form derselben.

559. Cryptosporium Arundinis Dur. et Mont.

Montagne, Syll. Gen. spec. Crypt. 1856, p. 273.

Wird wie folgende Art von Saccardo (Syll. Fung., III, p. 761) zur Gattung *Cryptomela* gestellt. Ist dem *Cryptosp. Ammophilae* ähnlich, aber etwas größer. Ein Gehäuse fehlt. Die dünne, sehr kleinzellige, flache Basis des Pilzes ist mit dicht parallel stehenden, einfachen, bis $25 \asymp 1 \cdot 5$ bis $2\ \mu$ großen hyalinen oder etwas grünlichen Sporenträgern besetzt. Die in großer Menge entwickelten, schleimig verbundenen Sporen sind bläulich-olivengrün, gerade, einzellig, länglich-spindelförmig, an den Enden stumpflich, oder spitzlich, 9 bis $11 \asymp 2 \cdot 5$ bis $3\ \mu$. An den Sporenenden sitzt öfter ein kleines, kurzes schleimiges Anhängsel.

Der Pilz wird als *Melanconium Arundinis* (Dur et Mont.) v. H. einzureihen sein.

560. Cryptosporium Ammophilae Dur. et Mont.

Montagne, Sylloge Gen. spec. Cryptog, 1856, p. 273.

Ist nach dem Originalexemplar ein *Melanconium* mit länglichen, meist geraden, stumpflichen, durchscheinend grünlichblauen, einzelligen, 10 bis $15 \asymp 3$ bis $4\ \mu$ großen Sporen. Die Acervuli sind unter der Epidermis eingewachsen, bis $450\ \mu$ breit, ganz flach, schwarz, fest. Die Sporen sind manchmal fast spindelförmig, jedoch nie spitzendig. Inhalt reichlich. Sporenträger sehr kurz.

Der Pilz paßt nicht gut in die Gattung *Cryptomela* Sacc. (Syll. III, p. 760), deren typische Arten (*C. caricis* [Corda] und *C. atra* [Kunze]) lang zugespitzte, fast sichelförmig gekrümmte Sporen haben (siehe Kunze, Myk., Heft I, Taf. I, Fig. 1 und Sturm, Deutschl. Flora, Pilze, Taf. 49 und 50, II. Bdch., p. 185, 186).

Wird daher *Melanconium Ammophilae* (Dur. et Mont.) v. H. zu nennen sein.

561. Hyaloceras Notarisii Dur. et Mont.

Durieu, Flore d'Algérie, Cryptogamie 1846, I, p. 587.

Der Pilz wurde zuerst 1839 als *Stilbospora ceratospora* de Notaris beschrieben, hat also *Hyaloceras ceratospora* (de Not.) zu heißen. Ist nach dem Originalexemplar eine typische Melanconiee. Die Sporen sind sechszellig. Die vier mittleren Zellen sind dunkelbraun und gleichgroß; die beiden Endzellen sind sehr klein, kurz kegelig, hyalin; die obere trägt eine kürzere oder längere Cilie, die untere ein Stück des hyalinen Stieles. Die Sporenträger sind lang und dünn.

Monochaetia, von Saccardo 1884 als Subgenus von *Pestalozzia* (Syll. Fung. III, p. 797), später 1906 als Gattung aufgestellt, ist in nichts von *Hyaloceras* 1846 verschieden. Die *Monochaetia*-Arten müssen daher zu *Hyaloceras* gestellt werden.

Diploceras, von Saccardo 1892 (Syll. Fung. X, p. 484) als Untergattung von *Hyaloceras* aufgestellt, ist mit *Pestallozzina* näher formverwandt. Die Sporen sind sehr blaß gefärbt, fast hyalin und tragen an beiden Enden je zwei Cilien. Auch sind die Sporen etwas gekrümmt und die Cilien etwas seitlich von den Enden eingefügt. *Diploceras* dürfte daher besser als eigene Formgattung gelten.

Toxosporium Vuillemin (Bull. soc. myc. France, 1896, XII. Bd., p. 33), von Saccardo (Syll. Fung. 1906, XVIII. Bd., p. 485) zu *Monochaetia* gestellt, von Maublanc (Bull. soc. myc. France, 1907, 23. Bd., p. 172) als Mittelform zwischen *Monochaetia* und *Coryneum* betrachtet, ist nach Oudemans' Abbildung (Ned. Kr. Arch., 3. Serie, II., 4. Suppl., flore myc. Pays-Bas, XX, Tafel XII, Fig. 5) von *Scolecosporium* Libert formgenerisch nicht verschieden. Der Pilz hat zu heißen: *Scoleco-*

sporium camptospermum (Peck.) v. H. Syn.: *Toxosporium abietinum* Vuill.; *Pestalozzia camptosperma* Peck; *Coryneum bicorne* Rostr.

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß *Asterosporium strobilorum* R. et F. (Revue mycol. 1892, XIV. Bd., p. 103) offenbar gleich *Sporidesmium lobatum* B. et Br. = *Spegazzinia lobata* (B. et Br.) v. H. ist (siehe Ann. myc. 1903, I. Bd., p. 413).

562. Cheiromyces Berk. et Curt.

Cheiromyces stellatus Berk. et Curt. (Sacc., Syll. Fung., IV, p. 554) ist am Originalexemplar im Herb. Kew nicht mehr zu finden. Aus seiner Beschreibung und Abbildung geht hervor, daß derselbe zu den staurosporen, dematieen Tubercularieen gehört. Die Sporen und das parenchymatische Gewebe des Pilzes sind braun. Die Sporen sind trotz ihrer Form einzellig.

Der von mir als *Cheiromyces speiroides* (Ann. myc. 1903, I. Bd., p. 408) beschriebene Pilz ist wegen der mehrzelligen Sporen und dem blassen aus hyalinen Hyphen aufgebauten Gewebe von *Cheiromyces* jedenfalls generisch verschieden. Ich nenne ihn nun *Cheiromycella speiroidea* v. H., da er jedenfalls eine neue Gattung darstellt, die besser zu den staurosporen, mucedineen Tubercularieen gestellt wird.

Speira inops B. R. Sacc. (Syll. Fung., X, p. 671) dürfte ebenfalls eine *Cheiromycella* sein.

Cheiromyces comatus E. et Ev. (Sacc., Syll. Fung., XI, p. 639) ist jedenfalls nach der Beschreibung ein *Cryptocoryneum.*

Cheiromyces Beaumontii Berk. et Curt. wird von Saccardo als Synonym zu *Ch. stellatus* gestellt, allein diese Art wächst nach den Originalexemplaren im Herb. Kew und in Ellis, North Am. Fungi 1882, Nr. 762, auf entrindeten *Acer-* und *Pinus*-Zweigen und stellt eine neue eigentümliche Gattung *(Cheiroconium)* dar, die ich als Melanconiee betrachte.

Der Pilz wächst herdenweise auf dem nackten Zweigholz. Er ist schwarz, elliptisch bis kurz lanzettlich, bis etwa 600 μ lang, zuerst eingewachsen, dann halb hervorbrechend. Der Querschnitt ist rundlich. Eine Pycnidenmembran fehlt eigentlich völlig, unten und seitlich ist nur eine dünne hyaline Grenzschichte vorhanden, hingegen färbt sich das Gewebe des Pilzes

oben schwärzlich und bildet eine schwarze, von Holzfasern durchsetzte Decke, die schließlich in der Mitte einen Längsriß erhält, durch den die Sporen austreten. Im Innern befindet sich nur ein Hohlraum, der ringsum mit dichtstehenden kurzen Sporenträgern ausgekleidet ist, die an der Spitze je eine blaugraue, etwa 12 bis 16 ≍ 6 bis 10 μ große Spore bilden. Diese Sporen bestehen aus zwei bis sechs parallel miteinander verhundenen 2 bis 4zelligen Hyphenstücken, die aus einer kurzen Basalzelle entspringen. Sie sind in Form und Größe übrigens sehr verschieden. An Querschnitten sieht die Form oft täuschend einem Pycnidenpilz ähnlich, doch fehlt ein Gehäuse völlig.

Der Pilz hat *Cheiroconium Beaumontii* (Berk. et Curt.) v. H. zu heißen. Ich zweifle nicht daran, daß *Cheiromyces tinctus* Peck. 1880 damit identisch ist.

563. Über Cladobotryum (?) gelatinosum Fuckel.

Der von Fuckel (Symb. mycol. 1869, p. 360) als fraglich zu *Cladobotryum* gestellte Pilz ist nach dem Originalexemplar (Fung. rhen., Nr. 227) eine *Tubercularieae*, welche an der Basis einen flachen oder vorgewölbten, sehr zartfaserigen, hyalinen Gewebekörper besitzt, aus dem sich die dichtstehenden, unten wenig, oben dicht dichotomisch-büschelig verzweigten, hyalinen, zartwandigen, 2 bis 3 μ breiten Conidienträger erheben. Die sporentragenden Zweige endigen stumpf oder quer abgeschnitten und tragen je eine bis zwei länglich-eiförmige, meist 18 bis 24 ≍ 8 bis 9 μ große, hyaline, einzellige Conidien an der Spitze. Der Pilz ist feucht gelatinös, trocken durchscheinend und hart und von gelblicher Färbung.

Derselbe ist kein ganz typisches *Dendrodochium* und nähert sich sehr der Gattung *Coccospora* Wallr. (= *Sphaerosporium* Schw. = *Bactridiopsis* P. Henn.), siehe meine Revision der von P. Hennings aufgestellten Gattungen. Er nimmt etwa eine Mittelstellung zwischen den beiden Gattungen ein und wird vorläufig am besten als *Dendrodochium gelatinosum* (Fuck.) v. H. bezeichnet.

Meine Vermutung, daß *Dendrodochium gigasporum* Bres. et Sacc. derselbe Pilz sein werde, wurde durch die Untersuchung eines Originalexemplares desselben im wesentlichen

bestätigt. Letzterer Pilz ist ganz so beschaffen wie Fuckel's Pilz und weicht nur durch eine etwas größere Länge der Sporen (20 bis 30 ≍ 8 bis 9 μ) von ihm ab. Er ist eine etwas besser und üppiger entwickelte Form desselben (siehe Bresadola, Hymenomyc. Kmetianae in Atti Acad. scienz. d. Agiati, Rovereto. 1897, Ser. III, Vol. III, p. 56 [120], wo die Diagnose des Pilzes verdruckt ist, und Sacc., Syll. Fung., XIV, p. 116).

Dendrodochium pallidum Peck (Bull. Torrey, bot. Club 1884, p. 50) ist offenbar ein ganz ähnlicher Pilz, mit etwas größeren Sporen (20 bis 40 ≍ 10 bis 12 μ), der vielleicht auch in den Formenkreis der Fuckel'schen Art gehört.

564. **Cephalotrichum curtum** Berk. et Br.

Der in Ann. Mag. nat. History 1841, I. Ser., 6. Bd., p. 432, Taf. XII, Fig. 13, beschriebene und abgebildete Pilz ist nach dem Originalexemplar ein typisches *Haplographium* Berk. et Br. 1859.

Der Pilz wächst vereinzelt oder zu zwei und drei gebüschelt, ist 250 bis 290 μ hoch, an der Basis kegelig bis halbkugelig (40 ≍ 20 μ) verdickt und opak. Die einfache, unten opake, oben durchscheinend dunkelbraune, steif aufrechte Fruchthyphe ist septiert und unten 10 bis 14 μ, oben 8 μ dick. An der Spitze ist dieselbe penicilliumartig verzweigt, die Zweige stehen fast parallel und bilden mit den Sporen ein längliches, etwa 100 μ langes Köpfchen. Die Sporen sind braun, kugelig, glatt oder etwas rauh, 4 bis 5·5 μ groß und stehen in kurzen, einfachen oder wenig verzweigten deutlichen Ketten.

Da die Gattung *Haplographium* 1859 jüngeren Datums ist, müssen ihre Arten nun zu *Cephalotrichum* gestellt und muß erstere Gattung gestrichen werden.

565. **Bolacotricha grisea** Berk. et Br.

Beschrieben und abgebildet in Ann. Mag. nat. Hist. 1851, II. Ser., XII. Bd., p. 97, Taf. V, Fig. 4. Das eine Originalexemplar auf *Typha*-Halmen enthält nur *Chaetomium murorum* Corda, Perithecien mit dem Haarschopf, in dem die dazu gehörigen Ascussporen eingestreut sind. Das andere Exemplar auf vermorschten Kohlstengeln ist das Mycel von *Chaetomium*

murorum Corda, in dem rundliche hyaline, 15 bis 20 μ große Zellen mit granuliertem Inhalt eingestreut sind. Diese Zellen wurden von Berkeley und Broome als zu den Hyphen gehörige Sporen beschrieben. Es sind aber nur die durch die Vermorschung der Kohlstengel frei gewordenen Rindenparenchymzellen der letzteren.

Bolacotricha grisea Berk. et Br. muß daher völlig gestrichen werden.

566. Drepanospora pannosa Berk. et Curt.

Das Originalexemplar des Pilzes, dessen Beschreibung ich nur aus Saccardo, Syll. Fung., IV, p. 430, kenne, und bei welchem sich eine gute Skizze von der Hand Berkeleys befindet, zeigt dünnwandige, kriechende, septierte, braunviolette Hyphen, aus welchen sich etwa 200 μ lange, ebenso beschaffene etwa 8 μ dicke aufrechte Sporenträger erheben, an welchen an ganz kurzen Seitenzweigen ganz so wie bei *Helicosporium,* hyaline oder subhyaline, halbkreisförmig gebogene bis 140 μ lange und 7 bis 8 μ dicke Sporen an beliebiger Stelle, meist in der Mitte derselben entstehen. Die Sporen sind septiert, die Glieder sind 5 bis 8 μ lang.

Der Pilz ist nichts anderes als ein *Helicosporium* mit nur halbkreisförmig gebogenen Sporen und es ist fraglich, ob die Gattung *Drepanospora* aufrecht zu erhalten ist.

567. Ypsilonia cuspidata Léveiller.

Das Originalexemplar im Pariser Museum ist als *Cuspidaria triacantha* Lév. bezeichnet. Der Pilz ist in Ann. scienc. nat., Botanique, 3. Serie, 5. Bd., 1846, p. 284, beschrieben. Das Exemplar, aus einem Blättchen bestehend, zeigte von dem Pilze nur mehr einen kleinen Teil des Subiculums, auf welchem sich noch ein paar der charakteristischen Sporen fanden. Diese sollen nach Léveiller in kleinen geschlossenen Pycniden ohne sichtbares Ostiolum entstehen, Y-förmig aussehen und keine Querwände besitzen.

Das Subiculum besteht aus geraden, radiär verlaufenden, 3 bis 4 μ dicken, unverzweigten, glatten, undeutlich und wenig septierten, der Epidermis locker anhaftenden Hyphen von

violettbrauner Färbung. Die Hyphen zeigen hie und da halbkugelige seitliche Ausstülpungen und sind manchmal durch kurze Querbrücken miteinander verwachsen. Die zwei gefundenen Sporen sind subhyalin und bestehen aus zwei gekrümmten, etwa 4 μ breiten, septierten Fäden, von welchen der längere (40 bis 50 μ) in der Mitte unterhalb des einen Endes des kürzeren mit diesem verwachsen ist. Die beiden Fäden (Sporenhälften) berühren sich mit ihren konvexen Seiten. Hierdurch kommt eine Y- oder schief x-förmige Gestalt zustande.

Sowohl die Sporen als auch die Hyphen des Subiculums, die von einer in der Mitte befindlichen parenchymatischen Gewebepartie ausgehen, erinnern sehr an *Acanthothecium mirabile* Speg. (siehe meine Fragmente zur Mykologie 1909, IX. Mitt., Nr. 433). Ich glaube daher, daß beide Pilze miteinander nahe verwandt sind.

Es ist mir ganz unwahrscheinlich, daß die großen und eigentümlich gestalteten Sporen in kleinen geschlossenen Pycniden entstehen. Wahrscheinlich bilden sie sich so wie bei *Acanthothecium* in offenen schalenförmigen Behältern. Léveiller dürfte diese Behälter übersehen haben und seine Pycniden würden unreife Perithecien sein, so wie umgekehrt Spegazzini bei *Acanthothecium* die Perithecien übersah. Ich halte es daher nicht für unmöglich, daß *Acanthothecium* und *Ypsilonia* zusammengehören.

568. **Pithomyces flavus** Berk. et Broome.

Der in Journ. Linnean Societ. 1873, XIV. Bd., p. 100, beschriebene Pilz ist nach dem Originalexemplar (Kew) keine Tuberculariee, wohin er in Saccardo, Syll. Fung. 1886, IV, p. 693 gestellt wird, sondern ein einfacher Hyphomycet, mit blassen Hyphen und dunkelbraunen Sporen. Diese sind rauh, breit elliptisch, an den Enden abgerundet, an den 3 bis 5 Querwänden etwas eingeschnürt und 31 bis 44 ≍ 19 bis 22 μ groß. Der Pilz bildet weiche dünne Polster, auf morschen Teilen einer größeren monocotylen Pflanze. Die Art und Weise, in welcher die Sporen auf den Hyphen sitzen, konnte am Originalexemplare nicht festgestellt werden. Wie der Vergleich mit dem Originalexemplar aus dem Wiener Hofmuseum von *Neomichelia*

melaxantha Penz. et Sacc. (Icon. fungor. javanic., 1904, p. 102, Taf. 70, Fig. 1) zeigte, ist dieser Pilz mit *Pithomyces flavus* identisch. An demselben konnte ich feststellen, daß die Hyphen gelblich, im Alter auch hellbraun gefärbt und fast stets von kleinen spitzen oder körnigen Vorsprüngen rauh sind. Sie sind ganz unregelmäßig wollig-sparrig verzweigt, hie und da durch Anastomosen netzig verbunden und bilden weiche, flache, ganz oberflächlich liegende und leicht abfallende, gelbe 1 bis 2 *mm* große, unregelmäßige Polster. Die Sporen sind meist rauh. Dieselben sitzen am Ende kurzer Seitenzweige einzeln. Sie sind 4 bis 6-zellig. Die Basalzelle ist blässer, dünnwandiger und glatt, kurz konisch. Sie stimmen vollkommen mit jenen von *Pithomyces* überein. Die Hyphen zeigen keine deutlichen Querwände, wie dies auch an Berkeley's Handzeichnung derselben zu sehen ist. *Neomichelia* P. et Sacc. 1902 ist also gleich *Pithomyces* Berk. et Br. 1873 (siehe Penzig et Saccardo, Diag. Fung. novor. Java, III. Serie, Malpighia, XV. Bd., 1902, p. 246).

Vermutlich ist der Pilz die Conidienform einer Gymnoascacee. Die Identität von *Pithomyces* mit *Neomichelia* hat inzwischen auch Petch erkannt, der auch eine genaue Beschreibung des Pilzes gibt (Annals bot. Gardens, Peradenyia, 1910, IV. Bd., p. 437).

569. Sclerographium aterrimum Berk.

Der Pilz, dessen Beschreibung ich nur aus Sacc., Syll. Fung., IV, p. 632, kenne, ist nach dem Originalexemplar aus dem Herb. Berkeley in Kew eine gute Formengattung, die sehr nahe mit *Negeriella* P. Henn. (Hedwigia 1897, 36. Bd., p. 245) verwandt ist.

Derselbe bedeckt in lockeren Herden die ganze Blattunterseite von lebenden *Indigofera*-Blättern, ist also ein Schmarotzer (sowie *Negeriella*). Unter jedem Synnema sieht man unter der Epidermis ein lockeres, hyalines, zartes Hyphengewebe, das die Epidermis, ohne sie abzuheben, durchsetzt und auf derselben das Synnema bildet. Dieses ist nadelförmig, schwarz, steif und bis 1 *mm* lang. Die 25 bis 35 μ breite Basis ist kegelig-scheibig erweitert; von derselben strahlen einige braunviolette, 2 μ dicke Hyphen aus, die mit ihrem Ende in das Blattgewebe eindringen.

Wahrscheinlich ist, daß diese Hyphen aus dem Blatte kommen und das Synnema bilden. Dieses besteht aus vielen genau parallel verwachsenen braunvioletten Hyphen, ist unten glatt, oben 16 μ dick und etwas spitzkörnig rauh und endigt mit einer 100 bis 120 ≍ 310 μ großen sporentragenden Keule. Die Sporenträger sind kurz, einfach braunviolett an der stumpfen Spitze fast kugelig bis auf 5 bis 6 μ verbreitert und etwas warzig. Die Sporen sind schokoladebraun, glatt oder feinkörnig rauh, länglich oder etwas keulig, meist mit 7 Querwänden und einer unterbrochenen Längswand versehen, an den wenig verschmälerten Enden abgerundet, an den Querwänden wenig eingeschnürt, 30 bis 38 ≍ 10 bis 12 μ.

Bei *Negeriella* P. Henn. sind die Sporenträger fast über die ganze Länge der Synnemata verteilt.

570. Endodesmia glauca Berk. et Br.

Der in Ann. a. Mag. nat. hist. 1871, IV. Ser., VII. Bd., p. 432, Taf. XX, Fig. 9 beschriebene und abgebildete Pilz ist am Originalexemplar nicht mehr zu finden. Die Gattung *Endodesmia* wird mit *Leptotrichum* Corda (Icon. Fung., V. Bd., 1842, p. 51, Fig. 16) zusammenfallen.

571. Rhopalidium Brassicae Fr. et Montagne.

Ann. scienc. nat. Botan. 1836, II. Ser., VI. Bd., p. 30, V. Bd., Taf. XII, Fig. 4.

Das Originalexemplar aus dem Herbar Montagne in Paris besteht aus einem weißgebleichten Blatt von *Brassica*, auf dem sich zahlreiche schwarzbraune kleine Flecke befinden. Irgendeine Fruchtform eines Pilzes ist in denselben und auch sonst am Blatte nicht zu finden.

Montagne hat den Pilz zuerst als *Puccinia? Brassicae* beschrieben. Er sagt, daß die braunen, 200 bis 250 μ langen, langgestielten Sporen stets unter der Epidermis liegen und daß man auch andere, mehr zylindrische, ungestielte findet. Daß die Sporen nicht unter der Epidermis lagen, geht schon daraus hervor, daß man am Originalexemplar keine Spur mehr von Sporen findet. Sie lagen offenbar auf der Epidermis und sind seit dem Jahre 1828, also während der 82jährigen

Aufbewahrungsdauer des Originalexemplares, das nicht vergiftet ist und nicht in einer Kapsel eingeschlossen war, von Bücherläusen weggefressen worden, wie dies bei oberflächlichen Hyphomyceten stets geschieht. Wären die Sporen von der Epidermis bedeckt gewesen, so müßten sie noch heute am Originalexemplar zu finden sein. Der Pilz ist daher ein auf der Epidermis wachsender brauner Hyphomycet. Betrachtet man nun Montagnes Abbildung von drei Sporen, so sieht man, daß es sich offenbar um eine *Alternaria* oder ein *Macrosporium* handelt. Eine der drei Sporen zeigt nur Querwände, zwei zeigen auch Längswände.

Vergleicht man nun Blätter von *Brassica*, die von *Alternaria Brassicae* befallen sind, mit dem Originalblatt mit *Rhopalidium*, so sieht man, daß die Fleckbildung in beiden vollkommen genau dieselbe ist. Bau, Größe, Form, Anordnung und Zahl der Flecke lassen absolut keinen Unterschied erkennen. Es ist daher jeder Zweifel ausgeschlossen, daß *Rhopalidium Brassicae* = *Alternaria Brassicae* ist. Bei dieser Art sind die Länge, Form und der Teilungsmodus der Sporen sehr verschieden. Hier kommen gestielte und ungestielte, spindelförmige und zylindrische, kurze und lange, nur quergeteilte und mauerförmig geteilte Sporen vor. Nach Montagne's Angaben würde dem *Rhopalidium* am besten die *Alternaria Brassicae* Sacc. var. *macrospora* Sacc. (Syll. Fung., IV, p. 546) entsprechen, die 120 bis 140 ≍ 20 bis 25 μ große Sporen, die bis 11 Querwände und oft 1 bis 2 Längswände aufweisen. Allein die Sporen werden noch größer, denn *Macrosporium herculeum* Ell. et Mart. hat bis 225 μ lange Sporen und es ist kein Zweifel, daß diese Form identisch ist mit der vorerwähnten.

Nach allem Gesagten kann es keinem berechtigten Zweifel unterliegen, daß *Rhopalidium Brassicae* Mont. et Fr. = *Alternaria Brassicae* var. *macrospora* Sacc. ist.

572. Über Sporoderma chlorogenum Montagne.

Der Pilz ist in Montagne, Sylloge Gen. spec. cryptogamarum, 1856, p. 291 beschrieben. Ich sah von demselben Montagne's Originalmanuskript mit 2 Tafeln Handzeichnungen und zwei Originalglimmerpräparate. Der Pilz wuchs auf Pflanzen-

stengeln aus fermentiertem Heu, das mit Natronlauge und unterchlorigsaurem Kalke behandelt wurde und dann längere Zeit in verdünntem Chlorwasser liegen blieb. Es war zu erwarten, daß es sich hier um ein anormales Entwicklungsstadium irgendeines Hyphomyceten handeln werde. Allein schon Montagne fiel die Ähnlichkeit des Pilzes mit *Trichoderma viride* auf, und er stellte daher seine *Sporoderma* neben *Trichoderma*. Die Untersuchung der Montagne'schen Glimmerpräparate zeigte mir nun, daß der Pilz nicht anders als *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz (= *T. viride* Pers.), ganz typisch und kenntlich entwickelt, ist. Die Sporen stehen in kleinen Köpfchen und nicht in Ketten wie Montagne angibt. Die perlschnurförmig beschaffenen Enden der Hyphenzweige sind Entwicklungszustände der Sporenköpfchen, wie man sie an normal erwachsenem *Trichoderma* genau ebenso findet.

Die Gattung *Sporoderma* muß daher völlig gestrichen werden.

573. Über Sclerococcum sphaerale Fries.

Die Gattung wurde von Fries 1825 in Syst. orb. vegetabilis I, p. 172, aufgestellt und 1829 in System. mycol. III, p. 257, näher beschrieben; die Art wurde früher mehrfach als Flechte beschrieben. In Saccardo, Sylloge Fung., IV, p. 754, steht die Gattung bei den *Tubercularieae dematieae didymosporae*. Die Untersuchung des Exemplares in Fuckel, Fung. rhen., Nr. 1530, zeigte mir, daß der flach halbkugelige, breit aufsitzende Pilz an der Basis und innen aus einem parenchymatischen Gewebe besteht, dessen rundlich-polyedrische Zellen etwa 4 bis 8 μ breit sind. Im Innern ist dieses Gewebe blaßbräunlich, an der Basis und der Oberfläche dunkelbraun. Sporenträger fehlen völlig. Nach außen zu wird das Gewebe lockerer und die sich stark bräunenden Zellen lösen sich teils einzeln, teils in Gruppen von zwei bis wenigen voneinander und bilden die als Conidien bezeichneten Gebilde. Eine wirkliche Conidienbildung findet daher nicht statt. Der Pilz verhält sich ganz so wie die kompakten Formen von *Coniothecium*, z. B. *C. complanatum* (Nees) oder *C. Amentacearum* Cda.

und kann der Pilz als flechtenbewohnendes *Coniothecium* angesehen werden. Indessen ist zu bemerken, daß *Coniothecium atrum* Corda, der Typus der Gattung (Sturm, Deutschl. Flora, Pilze 1837, 3. Heft, p. 71, Taf. 36) einzellige, dunkle, eikugelige Sporen hat und ein ganz zweifelhafter, nicht wiedergefundener Pilz ist. Später hat Corda in Icon. Fung., I, 1837, p. 2, ganz anders beschaffene Formen zu *Coniothecium* gestellt. Eine Gattung *Coniothecium* Corda existiert daher eigentlich gar nicht, und was Saccardo, Syll. Fung., IV, p. 508, als Gattung *Coniothecium* beschreibt, entspricht zwar einem Teil der von Corda dahin gestellten Arten, nicht aber dem Typus der Gattung.

Es ist mir daher zweifelhaft, ob der Gattungsname *Coniothecium* eine Berechtigung besitzt.

Der Name *Sclerococcum* Fries kann für die kompakten, flechtenbewohnenden Formen vom Charakter der Gattung *Coniothecium* im Sinne von Saccardo aufrecht erhalten bleiben.

Namenverzeichnis.



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. VII. HEFT.

JAHRGANG 1910. — JULI.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 8 TAFELN UND 6 TEXTFIGUREN.)





WIEN, 1910.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT

des 7. Heftes, Juli 1910, des CXIX. Bandes, Abteilung I, der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Preis des ganzen Heftes: 5 K 70 h — 5 M 70 pf.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. VII. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.



Beiträge zur Wasserausscheidung und Intumeszenzbildung bei Urticaceen

von

Simon Taub.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.
Nr. 5 der 2. Folge.

(Mit 1 Doppeltafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Juli 1910.)

Zwischen der hohen Vollendung in der Guttation, wie wir sie bei der Aroidee *Caladium nymphaefolium* beobachten können (Molisch, 13), der Wasserausscheidung an den Blattspitzen und -zähnen bei einer Unmasse von Pflanzen und der Guttation auf der ganzen Spreite des Blattes, wie es zum Beispiel bei den meisten Urticales[1] zu sehen ist, gibt es alle Übergänge.

Diese Ausscheidung bei den *Urticales* kann — und das ist verständlich bei dem sehr starken Wurzeldruck, der diese Pflanzen charakterisiert — so stark sein, daß bei andauernd günstigen Verhältnissen (Transpirationshemmung in einem dunstgesättigten Raume etc.) die Tröpfchen fortwährend zusammenfließen und an der Spitze des Blattes schließlich zu Boden träufeln.

Dabei ist die Ausscheidung zurückzuführen auf eigentümliche Hydathoden, die bei fast allen untersuchten Pflanzen der Artocarpeen, Conocephaleen und Urticaceen einen sehr ähnlichen Bau besitzen, wie wir aus den Untersuchungen von

---

[1] Gewöhnlich findet hier die Wasserausscheidung auf der Blattoberseite statt, in seltenen Fällen auf der Unterseite.

de Bary (1), Volkens (21), Haberlandt (5), Möbius (10), Nestler (15) und Renner (16) ersehen können.[1]

Es muß aber betont werden, daß einige der genannten Forscher sich lediglich auf die anatomische Beschreibung der Hydathoden beschränkt haben, ohne daß von ihnen physiologische Untersuchungen über die Wasserausscheidung gemacht worden sind. Auf der anderen Seite hat Molisch (11, 12) die Guttation bei *Laportea crenulata, Boehmeria utilis, argentea* und *biloba* und *Urtica calophylla* untersucht, ist aber auf den anatomischen Bau nicht näher eingegangen.

Herr Prof. Molisch regte mich an, hauptsächlich jene Urticaceen, welche auf der ganzen Oberseite der Blätter Wassertropfen ausscheiden, zu untersuchen, insbesondere: *Myriocarpa* sp., *Splitgerbera biloba, Parietaria officinalis, Urtica cannabina, U. urens* und *dioica, Laportea gigas, Pilea Spruceana, Cecropia peltata* und *Cannabis sativa.* Es sollte nicht bloß der Bau, sondern auch die Physiologie dieser Hydathoden geprüft werden. Demnach gliedert sich die Arbeit naturgemäß in zwei Abschnitte, einen anatomischen und einen physiologischen Teil. Dabei wurde als Musterbeispiel die *Myriocarpa* untersucht, deren Beschreibung infolgedessen auch den größten Raum der Arbeit einnehmen wird, so daß die Resultate bei den anderen nur anhangsweise kurz registriert werden.

I. Anatomischer Teil.

1. **Myriocarpa** sp. Benth.

Die von mir untersuchte, aus Mexiko stammende Pflanze wurde im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität unter dem Namen *Boehmeria polystachya* Lindl.

---

[1] De Bary untersuchte: *Ficus neriifolia, diversifolia* u. a., Volkens: *Urtica urens dioica*, Gravis (3): *Urtica dioica*, Haberlandt: *Conocephalus ovatus, suaveolens, azureus* und *ellipticus*, weiters *Cecropia Schiedeana, Ficus*-Arten, *Pilea elegans, P. trianthemoides, Urtica macrophylla*, Möbius: mehrere *Ficus*-Arten, Nestler: *Boehmeria utilis, argentea, cylindrica*, Renner: *Ficus-, Conocephalus-, Dammaropsis*-Arten, *Cecropia concolor, adenopus, scabra.*

kultiviert. Da jedoch alle *Boehmeria*-Arten punktförmige Cystolithen besitzen, die obige dagegen strichförmige hat, welche um die Basis der Haare radienförmig angeordnet sind, halte ich sie mit Rücksicht auf die Diagnose von Weddell (22)[1] für eine zu den *Boehmeriae* gehörige *Myriocarpa*-Art. Ich will sie deshalb wie oben als *Myriocarpa* sp. bezeichnen.

Diese Untersuchung schien mir um so verlockender, als mir nicht bekannt war, daß außer *Pilea* eine Urticacee mit strichförmigen Cystolithen in bezug auf Hydathoden und Wasserausscheidung untersucht worden wäre.

In meiner oben angeführten Meinung, daß wir es mit einer *Myriocarpa* zu tun haben, wurde ich auch dadurch noch bestärkt, daß auch der Blattbau bei zum Vergleich herangezogenen Herbarexemplaren und der für *Myriocarpa* gehaltenen Pflanze ein ganz analoger war. Das Blatt einer *Myriocarpa* nämlich zeichnet sich auf seiner Oberseite durch einen ziemlich geometrisch regelmäßigen Bau aus (Fig. 1). Die Rinnen über den Gefäßbündelbahnen umgrenzen auf der Oberseite der Blätter kleine Flächen der Spreite, die im binokularen Mikroskop als kleine Hügelchen über den Rinnen erscheinen. Am Gipfel eines jeden solchen Hügelchens befindet sich ein stärkeres Trichom *(tr)*, an dessen Basis, seltener etwas weiter entfernt, ein heller, ziemlich großer Fleck, die Hydathode *(h)*, liegt. Betrachtet man das Blatt im durchfallenden Lichte, so erscheint es sehr deutlich von hellen Punkten gleich Löchern durchsetzt; solche befinden sich etwa 40 auf einem Quadratzentimeter und über 1000 auf der ganzen Spreite.

Von den Rinnen aus steigen zu den Trichomen am Gipfel der Hügel in Radien Cystolithen *(z)* empor, andrerseits treten diese über den Rinnen von einem Feldchen ins andere über.

Von den Rinnen laufen die zartesten Nervenbahnen auf das Feld hinaus, bilden hier ein feines Netz und man sieht auch einige Ästchen unter die Hydathode ziehen.

---

[1] Weddell schreibt in seiner Monographie zur Charakteristik von *Myriocarpa*: »Enfin les cystolithes offrent, dans leur disposition rayonnante autour de la base des poils de la face supérieure des feuilles un caractère, qui permet de distinguer à première vue un de ces organes de ceux de toutes les autres plantes connues«.

Kleine kurzstielige Haare *(dr)* finden sich über den stärkeren und schwächeren Gefäßbündeln, auch über oder neben den zartesten Nervenbahnen und sind in einer ziemlich großen Anzahl vorhanden. Sie machen den Eindruck von Drüsenhaaren und werden in der Folge auch als »Drüsenhaare« bezeichnet werden, im Gegensatz zu den starken, großen Trichomen am Gipfel der Hügel, die wir kurzweg Borstenhaare nennen werden.

Die Drüsentrichome begleiten ebenfalls die meisten hellen Flecke, neben welchen wir sie einzeln oder zu zweien antreffen können; seltener stehen sie bei der *Myriocarpa* oben auf dem Felde der Hydathode selbst. Diese Haare erscheinen uns an jungen Blättern farblos, klar und durchsichtig, an älteren sieht man sie in braune Punkte verwandelt, wie sie überhaupt bei den *Urticales (Artocarpus* und *Conocephalus* ausgenommen) hinfällige Gebilde darstellen.[1]

Sie befinden sich bei *Myriocarpa* auch auf der Unterseite der Blätter, wo außer ihnen noch Borstenhaare und Luftspalten die ganze Fläche bedecken.

Untersuchen wir die früher erwähnten, auffallend hervortretenden hellen Flecke, die gewöhnlich von etwa kreisrunder oder ovaler Form sind, aber auch in die Länge gezogen und anders gestaltet sein können und einen Durchmesser von etwa 110 bis 180 μ haben, so sehen wir bei einer etwa 100fachen Vergrößerung, daß ihnen zirka 20 Spaltöffnungen aufsitzen (Fig. 2). Diese Spaltöffnungen sind Wasserspalten, welche meistenteils kreisrund, aber auch oval sein können. Sie sind etwas eingesenkt und von den sie umgebenden Zellen mehr oder minder überwölbt, so daß die oberen Konturen dieser die wirklichen Umgrenzungslinien der Wasserspalten verdecken, wodurch mitunter ein scheinbar polygonaler Umriß entsteht. Betrachtet man aber die von der Hydathode

[1] Echte Drüsenhaare scheinen diese Bildungen nicht zu sein. Vielleicht sind es rudimentäre Organe, die seinerzeit mit der Wasserausscheidung etwas zu tun hatten; wenigstens deutet ihr lokalisiertes Vorkommen auf Hydathoden und Gefäßbündelbahnen darauf, sowie die Beobachtung, daß sie bei *Artocarpus* Wasser ausscheiden (3).

abgezogene Epidermis von deren Unterseite aus, dann kann man die wirkliche Gestalt viel besser erkennen.

Die die Wasserspalten bildenden Schließzellen enthalten Chlorophyllkörner, welche am Tage reichlich Stärke ausbilden.

Die Wasserspalten heben sich dadurch noch viel stärker ab, da sämtliche sie umgebenden, auf dem hellen Fleck gelegenen Epidermiszellen von oben gesehen viel kleiner sind als jene, die die sonstige Spreite des Blattes bedecken.

Im Querschnitt erscheinen die eben besprochenen Epidermiszellen niedriger als die anschließenden (Fig. 3). Die Schließzellen der Wasserspalten sind mit kutikularen Zähnen versehen, sind den Luftspalten der Unterseite ähnlich, mit den letzteren von gleicher Größe oder um ein Geringes größer.

Unter der mit Wasserspalten besetzten Epidermis liegt das Epithemgewebe aus meist rundlichen, nur am Rande, wo es an das Mesophyll grenzt, mehr polygonalen Zellen. Winzige Interzellularen durchziehen das Epithem. Die Epithemzellen sind viel kleiner als die anderen Zellen des Blattes, jedoch verhältnismäßig größer als bei den später zu beschreibenden Pflanzen.

Die Tracheiden ragen nicht besonders tief in den Epithemkörper hinein, wie es gewöhnlich bei anderen Urticaceen der Fall ist. Die Anzahl der Zweige, die in eine Hydathode eintreten, beträgt etwa vier bis sechs. Die zarten Nerven verbinden sich bald unter der Hydathode und von der Verbindungsstelle tritt ein Endzweig in die Hydathode ein oder es läuft direkt ein zarter Nerv in die Hydathode aus.

Der ganze Epithemkörper ist von einer Parenchymscheide umgeben; es schließen da Palisaden- und Schwammparenchymzellen dicht aneinander an; auch die übrigen zwischen dem Epithem und der unteren Epidermis auftretenden Parenchymzellen stehen dicht beisammen. Die Wände der Parenchymscheide gegen den Epithemkörper zu sind weder verkorkt noch verdickt wie bei manchen anderen Urticaceen.

Durch die Parenchymscheide ist das Lückensystem der Hydathode von den Durchlüftungsinterzellularen in auffallender Weise vollkommen getrennt.

2. Die übrigen Pflanzen.

Um mich kürzer zu fassen, will ich die Ergebnisse meiner anatomischen Untersuchungen an den anderen Urticaceen in einer Tabelle wiedergeben. Es sind in dieser nur kleine Unterschiede gegen *Myriocarpa* hervorgehoben, sonst herrschen sowohl im großen und ganzen, als auch in vielen Einzelheiten dieselben Verhältnisse (siehe Tabelle auf p. 690 und 691).

Überblicken wir zum Schluß ganz allgemein den Bau der uns hier interessierenden Hydathoden bei Urticaceen, Conocephaleen und Artocarpeen, so finden wir überall eine überraschende Ähnlichkeit der oben beschriebenen Wasserausscheidungsorgane. Es wird in uns der Gedanke über die verwandtschaftliche Beziehung dieser Familien, wie sie schon aus dem Besitze von Cystolithen und anderen Eigentümlichkeiten deutlich hervorgeht, dadurch noch bestärkt.

Diese Hydathoden bestehen immer aus sehr kleinen Wasserspalten über einem scharf differenzierten, durch eine Parenchymscheide deutlich abgegrenzten, meist scheibenförmigen, plankonvex, konkavkonvex oder bikonvex ausgebildeten Epithemkörper. Die Hydathoden heben sich, wie man ganz allgemein feststellen kann, inselartig als mehr oder minder helle Punkte und Flecke (siehe auch Solereder [19]) vom chlorophyllhaltigen Blattgewebe ab. Dabei können sie sich über die Blattoberfläche hinauf erheben als Wärzchen oder Hügel (*Cecropia, Boehmeria, Myriocarpa* u. a.) oder in sie einsenken als Grübchen (z. B. mehrere *Ficus*-Arten) oder endlich in gleichem Niveau mit der übrigen Epidermis sein (*Urtica*-Arten). Weiters schließt das Vorkommen der Hydathoden auf der Oberseite des Blattes das Vorkommen von Luftspalten auf derselben Seite aus; diese sind auf die Unterseite allein beschränkt; das Umgekehrte ist der Fall, wenn die Hydathoden auf der Unterseite des Blattes vorkommen (z. B. *Pilea*).

3. Intumeszenzen.

Eine besondere Besprechung verdienen noch die nach der Bepinselung des Blattes mit 0·1 prozentigem Sublimat-Alkohol

auftretenden Intumeszenzen. Ich werde später darauf zurückkommen.

In einem Falle erschienen dieselben zirka vier Wochen nach der Bepinselung auf der Oberseite der Blätter um die »Drüsenhaare« und Hydathoden herum. Auf Schnitten, die man vier Wochen nach der Bepinselung durch das Blatt machte, konnte man noch Anfangsstadien der Intumeszenzbildung erblicken. Diese Intumeszenzen waren klein und sahen wie auf die Spreite gestreute Sandkörnchen aus; unter dem Mikroskop sah man auf der Oberseite der Blätter haarartige Gebilde, die einzeln oder in kleinen Gruppen die Spreite bedeckten.

In einem anderen Falle waren die Wucherungen schon am fünften Tage nach der Bepinselung zu sehen, und zwar nur über den Hydathoden speziell in der Nähe von stärkeren Nerven; in einer geringen Anzahl kamen sie auch auf der Unterseite der Blätter unterhalb der vergifteten Hydathoden zum Vorschein.

Ihr Auftreten war viel mächtiger, als dies bei den oben erwähnten, spät auftretenden Wucherungen der Fall war. Es waren nun einige Millimeter lange, schlauchartige Zellen zu sehen, die in dichten Häufchen beisammen standen.

Was den anatomischen Bau der Intumeszenzen und ihre Entwicklung anbelangt, so schließen sie sich den Vorgängen an, wie sie sonst an Intumeszenzen beobachtet wurden.

Man kann der Entwicklungsgeschichte nach zwei Arten unterscheiden, solche, die aus Epidermis und Mesophyll hervorgehen, und solche, die nur vom Mesophyll gebildet werden, etwa analog wie Steiner (20) die beiden Bildungsarten für Intumeszenzen bei *Ruellia formosa* beschrieben hat.

Die ersteren haben ihren Ursprung in der Epidermis der Oberseite, indem dieselbe sich im Bereiche von zwei bis vier Zellen durch der Oberfläche parallele Wände teilt, in die Höhe wächst und es erscheinen haarartige Gebilde auf der Oberseite der Blätter, an die sich nach unten das Mesophyll anschließt, an Größe zunehmend.

Bei der zweiten Art der Bildung geht die Vergrößerung und Hypertrophie von den an die Gefäße anschließenden

Name der Pflanze	Hydathoden				
	Vorkommen	Anordnung	Größe	Zahl	Lage in bezug auf die Epidermis
Boehmeria (Splitgerbera) biloba Miq. Fig. 4 und 5		Unregelmäßig an Kreuzwegen von Nerven	Kleine helle Punkte 90 bis 100 μ groß	Massenhaft wie bei *Myriocarpa*	Hohe Hügel über der Epidermis, manchmal in Nervenrinnen eingesenkt. Fig. 4 und 5
Cecropia peltata L.	Auf der ganzen Oberseite der Blätter	Unregelmäßig	Sehr kleine helle Punkte	Zahlreich	Hohe Hügel
Laportea gigas Wedd.		Ähnlich wie bei *Myriocarpa*	Groß, mit einem Durchmesser von etwa 180 μ	Sehr zahlreich	Sehr hohe Hügel, oft über 100 μ
Parietaria officinalis L.		Unregelmäßig	Sehr klein	Zahlreich	Hügel
Pilea Spruceana Wedd.	Auf der ganzen Unterseite der Blätter	In Reihen parallel den Hauptnerven	Groß, wie bei *Myriocarpa*	Relativ wenig	Breite Hügel
Urtica cannabina L.	Auf der ganzen Oberseite der Blätter	In Reihen; siehe Fig. 6 und Erklärung derselben	Klein	Siehe Fig. 6	In derselben Ebene mit der übrigen Epidermis

Wasserspalten	Epithem			Drüsen- Haare	Sonstige Haare
Kreisrund, zirka 20, Fig. 4	Kleinzellig	Gefäßbündel reichen tief in das Epithemgewebe.	Eine Parenchymscheide ist bei allen vorhanden vom selben Charakter wie bei *Myriocarpa*.	Köpfchen nur über den Hydathoden	Verschiedene stärkere Trichome
8 bis 14; kleiner als Luftspalten				Einreihig, mit einem vierzelligen Stiel und rundlichen Kopf; auf Nerven und Gipfeln von Hydathoden	
Wie *Myriocarpa*	Relativ großzellig			Köpfchen über den Nerven und Hydathoden; zahlreich	Stattliche Brennhare und andere
Kleiner als Luftspalten; 6 bis 10	Kleinzellig				Vorhanden
Klein; 7 bis 12	Wie bei *Myriocarpa*			Köpfchen eingesenkt	
Kleiner als Luftspalten	Kleinzellig			Köpfchenhaare auf den Nerven und den Hydathoden	

Zellen aus, weiters aber hypertrophiert auch das darüber liegende Schwammparenchym- und Palisadengewebe (Fig. 7, 8), so daß also das gesamte Mesophyll an der Wucherung Anteil nimmt. Die Zellen werden immer größer, durchbrechen die Epidermis und bilden sich weiter zu schlauchähnlichen, chlorophyllfreien Zellen um (Fig. 9). Auf der Oberfläche der Blätter erscheinen sie, wie erwähnt, als Sandkörnchen oder Häufchen von Haaren.

Bei den am fünften Tage nach der Bepinselung auftretenden Bildungen war nur der zweite Bildungsmodus zu sehen.

In späteren Stadien bräunen sich diese Wucherungen, man sieht hie und da an Stelle von Häufchen Löcher mit braunen Rändern, analog wie dasselbe Steiner (20) bei *Ruellia* beobachtet hat.

II. Physiologischer Teil.

Physiologie der Wasserausscheidung.

1. Myriocarpa sp.

A. Die Wasserausscheidung unter normalen Verhältnissen.

Es ist bereits in der Einleitung geschildert worden, daß auf der Oberseite der Urticaceen-Blätter, und dasselbe ist bei *Myriocarpa* der Fall, kleine Tröpfchen auftreten, die wiederholt so zahlreich werden, daß sie bald die ganze Blattfläche benetzen, an der Spitze zusammenfließen und schließlich zu Boden träufeln. Es sind dann die Blätter der Pflanze, ein genügender Feuchtigkeitsgrad vorausgesetzt, ununterbrochen mit Wasser bedeckt und nur, wenn eine erhöhte Temperatur oder das direkte Sonnenlicht mit seiner Temperaturerhöhung die Transpiration steigern, kann die Ausscheidung gering werden oder bleibt ganz aus.

Während bei älteren Blättern das Wasser in Form von Tropfen, die sich nach und nach vergrößern, über den Hydathoden längere Zeit stehen bleibt, so daß erst hochgradige Feuchtigkeit ihr Zusammenfließen hervorruft, bedeckt sich das

junge Blatt gewöhnlich gleichmäßig mit Wasser, indem sich speziell dessen Rinnen rasch füllen. Es kommt daher vor, daß man mitunter an jungen Blättern über den Hydathoden nicht einzeln stehende Tropfen zu sehen bekommt. Es ist nicht fehlgegriffen, wenn wir annehmen, daß das Blatt in der Jugend infolge der dichter angeordneten Haare leichter benetzbar ist, so daß die Tropfen sofort nach ihrem Erscheinen zerfließen, in den Nervenrinnen weiter eilen und sogar in diesen natürlichen Bewegungsbahnen kapillar nach aufwärts gezogen werden können.

War somit bei Betrachtung mit der Lupe, ja sogar mit freiem Auge für die älteren Blätter die Ausscheidung auf den Hydathoden unschwer erweisbar, so mußte für die jungen Blätter erst der Beweis erbracht werden, weil ja der Einwand bestände, daß die Drüsentrichome vielleicht ähnlich wie dies für *Artocarpus* (4) nachgewiesen worden ist, als wasserausscheidende Organe fungieren.

Um diese Frage zu entscheiden, wurde die ganze Pflanze in feuchtes Filtrierpapier eingehüllt, nur das zu untersuchende Blatt in eine Glasschale gelegt, welche am Boden Wasser faßte und oben mit einer angeschliffenen und mit Vaselin am Rande eingefetteten Glasplatte dicht zugedeckt war, wobei der Blattstiel in einem in der Schale gemachten Einschnitt ruhte. So konnte man die Glasdose mit dem Blatte auf den Tisch eines binokularen Mikroskopes legen und bei einer etwa 100fachen Vergrößerung, wo die Hydathoden und Drüsenhaare genau und getrennt gesehen werden können, die Wasserausscheidung studieren.

Zunächst muß ich auf einige Fehlerquellen, welche leicht unterlaufen könnten, aufmerksam machen. Legt man das Blatt nämlich in die Glasdose unvorsichtigerweise gleich auf den Wasserspiegel auf, so daß es mit seinen Rändern oder nur mit seiner Spitze ins Wasser taucht, dann wird in den vorhandenen Rinnen das Wasser kapillar nach aufwärts gesaugt, und da die Drüsenhaare dem aufsteigenden Wasser ein Hindernis bieten, staut es sich an ihnen und es könnte vorkommen, daß man dann vermeint, eine Wasserausscheidung der Drüsenhaare gesehen zu haben. Daher ist es eine notwendige Forderung,

das Blatt stets auf eine Unterlage über den Wasserspiegel zu legen, um zu sicheren Schlüssen zu kommen.

Eine weitere Fehlerquelle, vor der man sich sehr hüten muß, ist das Kondenswasser auf dem Blatte. Da die Haare etwas über die Oberfläche emporragen, sind sie stets kühler als die mit Lampenlicht durchleuchtete Blattfläche, es wird sich daher an ihnen (beim Abdrehen des Lichtes) der durch die Erwärmung erzeugte Wasserdampf kondensieren, wobei sich die Haare trüben und dies kann dann leicht Wasserausscheidung vortäuschen. Der achtsame Experimentator wird aber sofort aus dem zu gleicher Zeit mit Tau bedeckten Dosendeckel den wahren Grund dieser Erscheinung erfassen.

Beachtet man diese beiden Fehlerquellen, so läßt sich unzweifelhaft feststellen, daß die Drüsentrichome nicht ausscheiden, hingegen findet eine Ausscheidung von Wasser tatsächlich statt, und zwar ausschließlich an den Hydathoden über den hellen Epithemflecken des Blattes. Es ließ sich das besonders dadurch erhärten, daß die Wasserausscheidung auch an solchen Hydathoden gesehen wurde, wo nicht ein einziges Drüsenhaar in der Umgebung zu sehen war. Ich möchte übrigens noch erwähnen, daß man bei dieser Form des Experimentes nur eine relativ mäßige Wasserausscheidung beobachten kann, weil offenbar durch die ganze Methodik (Knickungen) kurz Bedingungen geschaffen werden, welche man nicht als optimal für die Wasserausscheidung ansehen kann.

Was die Funktion der Hydathoden anlangt, so läßt sie sich vollkommen mit ihrem anatomischen Bau, der auf p. 686 ff. verglichen werden mag, in harmonischen Einklang bringen.

Durch den Wurzeldruck getrieben, gelangt das Wasser unter günstigen Umständen, also bei gehemmter Transpiration, bis in die Endausbreitungen der Gefäße, die in das Epithemgewebe hineinragen (Fig. 3, 5). Das Wasser tritt hierauf aus den Tracheidenenden aus, gelangt in die Interzellularen der Epithemzellen, breitet sich, durch den Wurzeldruck getrieben, aber auch kapillar in den engen Räumen aus, erfüllt die Interzellularen des ganzen Epithemkörpers und da es nun an

der Parenchymscheide (Fig. 3, 5) einen Filtrationswiderstand hat, folgt es der Richtung des geringsten Widerstandes — gewähren doch die dünnen, zartwandigen Epidermiszellen in der Umgebung der Wasserspalten und die Wasserspalten selbst einen viel geringeren Widerstand im Vergleich zu dem der Parenchymscheide — und findet so die Flüssigkeit leicht den Weg über die Epitheminterzellularen zu den Poren und durch diese den Ausgang.[1]

Ich fasse daher die Wasserausscheidung in diesem Falle als einen einfachen Filtrationsvorgang auf, hervorgerufen durch den Wurzeldruck, und glaube mich zu dieser Ansicht um so mehr berechtigt, weil ich niemals konstatieren konnte, daß abgeschnittene Blätter mit der Schnittfläche ins Wasser getaucht Wassertropfen ausscheiden. Es kommt also auf den Wurzeldruck an.

Eine besondere Betonung verdient vom physiologischen Standpunkt aus die Ausbildung der Parenchymscheide, indem durch sie eine scharfe Trennung des Luftinterzellularsystems im Schwammparenchym und des Wasserinterzellularsystems im Epithem stattfindet (vgl. 5). Die Zweckmäßigkeit dieser Einrichtung können wir ohne weiteres begreifen, indem offenbar durch die Parenchymscheide die Injektion der Luftinterzellularen mit Wasser möglichst ausgeschlossen wird, und daher besteht die Möglichkeit, daß Transpiration (die auch in einem relativ feuchten Raume fortdauert) und »Wasserstrom«, der von der Wurzel über die Gefäße, das Epithem durch die Wasserspalten nach außen geht, nebeneinander bestehen können.

Bei weniger vollkommenen Einrichtungen dieser Art tritt eine Arbeitsteilung in den gewöhnlichen Luftinterzellularen selbst ein, so daß ein Teil davon (z. B. die Luftinterzellularen des Randes oder der Spitze des Blattes) zur Wasserleitung bestimmt wird, der Rest verrichtet die gewöhnliche Funktion. Ist aber die Verteilung der Gefäße eine solche, daß das Wasser die Neigung hat, innerhalb des ganzen Blattes bei vorhandenem

[1] Auch nach künstlicher Einpressung des Wassers in die Gefäße sieht man es über den Hydathoden nach außen treten.

starken Wurzeldruck auszutreten, wie in unserem Falle, dann trifft die Pflanze kompliziertere Einrichtungen und führt das Wasser auf ganz besonderen, dazu bestimmten Wegen nach außen.

Der oben erwähnte »Wasserstrom« vertritt im feuchten Raume, wie Haberlandt (5) hervorgehoben hat, teilweise die Transpiration, d. h. sorgt für den Transport von mineralischen Stoffen, wofür gewöhnlich die Transpiration verantwortlich gemacht wird. Und nun erscheint auch das Epithemgewebe in einem anderen Lichte. Man könnte sich vielleicht die Interzellularen des Epithemkörpers als ein mechanisches Filter, vergleichbar einem Sandfilter, denken, das manche Stoffe dem durchfließenden Wasser entzieht und zurückhält, dieselben dann zunächst osmotisch den Epithemzellen übergibt und am Wege der Osmose könnten diese Stoffe weiter zum Nutzen des Blattes befördert werden.[1]

Durch diese Funktion der Epithemzellen wäre vielleicht ihr Plasmainhalt und ihre relativ großen Kerne verständlich, wie auch vielleicht diese Zellen bei der Reinigung der Hydathode eine Rolle spielen können, indem sie die Verstopfung der winzigen Interzellularen verhüten.

Wenn wir bedenken, daß die Tropfen, die von den Hydathoden ausgeschieden wurden, mineralische (vielleicht auch organische) Substanzen enthalten, dann wird es uns nicht wundern, daß beim Vorhandensein größerer Mengen von diesen Substanzen und oftmaligem Verdunsten der ausgeschiedenen Wassertropfen ein Absatz dieser Substanzen stattfinden kann. Tatsächlich findet man bei *Myriocarpa* auf der ganzen Oberfläche über und neben den Hydathoden große, deutliche Mineralschuppen als Residua des verdunsteten Wassers. Analoge Schüppchen beobachtete Kohl (6) bei *Pilea muscosa*, Haberlandt (5) bei *Urtica macrophylla*, Renner (16) bei *Ficus*- und *Conocephalus*-Arten. Aus diesen Befunden könnte man vielleicht

[1] Bemerkt muß werden, daß die eng aneinanderschließenden Zellen der Parenchymscheide, welche dem durch die Gefäße in das Epithem geleiteten Wasser bei dem oben geschilderten Wasserausscheidungsprozeß einen Rückhalt bietet, dem osmotischen Austausch der Stoffe sehr gut zugänglich sein können.

auch an eine Exkretionstätigkeit der Hydathoden, Ausscheidung von überschüssigen Stoffen, die die Pflanze nicht verbraucht hat, denken, wie es die ältesten Autoren, die sich mit der Wasserausscheidung befaßt haben, angenommen haben.

B. Wasserausscheidung unter pathologischen Verhältnissen.

Der erste, der Hydathoden durch Bepinselung mit sublimathaltigem Alkohol funktionslos machte und dann abnorme Veränderungen sah, war Haberlandt und die von ihm beobachteten Erscheinungen, auf die später noch zurückgekommen werden muß, waren so auffallend, daß es gewiß von Interesse war, bei anderen Pflanzen analoge Experimente durchzuführen.

Bepinselt man die Oberseite der *Myriocarpa*-Blätter mit 0·1 prozentigem Sublimat-Alkohol (siehe 4), so findet man, daß nach kurzer Zeit (rund einem halben Tag) die Hydathoden ihre Funktion verlieren; es treten aber dafür aus den Luftspalten auf der Unterseite der Blätter reichlich Wassertropfen aus, ein Fall, der zu beweisen scheint, wie unter Umständen ein Funktionswechsel der Luftspalten stattfinden kann. Dabei war eine bestimmte Korrelation zwischen den auf der Oberseite gelegenen Hydathoden und auf der Unterseite befindlichen Luftspalten in dem Sinne zu bemerken, daß nach Bepinselung nur einer Hälfte oder eines Teiles der Oberseite auch unterseits nur die entsprechende Hälfte, respektive der entsprechende Teil des Blattes mit den darauf befindlichen Luftspalten zur Wasserausscheidung gelangt.

Haberlandt's Resultate an *Conocephalus*, der zu den Versuchen benützt wurde, waren insofern verschieden, als dort nach Bepinselung des Blattes und Funktionsverlust der Hydathoden zunächst nur eine Injektion der Interzellularen zu bemerken war, während das Blatt »ober- und unterseits vollkommen trocken« war.

Wie erklärt sich nun der Funktionsverlust der »vergifteten« Hydathoden und die Folgeerscheinungen?

Bei der Kleinheit der Wasserspalten ist es nicht zu verwundern, daß ganz kleine Quantitäten und kleine Veränderungen genügen, um die Spalten dauernd zu schließen und undurchgänglich zu machen. Tatsächlich bemerkt man oft

nach dem Bepinseln die an sich schon kleinen Pori zu einem Strich zusammengezogen und oft sind sie auch mit einer braunen Masse verlegt. Dabei werden auch Schrumpfungen der Parenchymscheide, die für die Funktion der Hydathode so wichtig ist (siehe p. 695), gewiß eine Rolle spielen und mit zum Funktionsverlust der Hydathode beitragen.

Damit tritt meine Interpretation in Gegensatz zu der von Haberlandt bei *Conocephalus* gegebenen. Haberlandt nimmt an, daß die Ausscheidung hier aktiv durch eine Art Drüsentätigkeit zustande kommt, die im Moment der Sublimatbepinselung durch Vergiftung der Drüsenzellen ihr Ende findet. Nach meiner Meinung ist eine solche komplizierte Annahme gar nicht nötig, denn wenn die Hypothese von der Filterwirkung des Epithems zu Recht besteht, dann handelt es sich lediglich um rein mechanische oder physiologische Verstopfungen, die dieses Filter unbrauchbar machen und alle anderen Folgeerscheinungen, wie wir sie noch beschreiben werden, notwendig nach sich ziehen müssen.

Damit stehen auch die Befunde bei *Fuchsia* (5), bei der trotz der Vergiftung Wasserausscheidung stattfindet, in vollem Einklang.

Daß bei *Fuchsia* trotz der »Vergiftung« eine Wasserausscheidung erfolgt, ist eben darauf zurückzuführen, daß dort keine Verstopfung der Poren oder sonstige störende Veränderungen der Hydathode stattfinden. Ich möchte nur auf die Poren hinweisen. Während bei *Fuchsia* die Eisodialöffnung der Wasserspalte 32 : 32 μ beträgt (14), sind die Dimensionen der ganzen Schließzellen bei Urticaceen durchschnittlich 17 : 15 μ und die Poren ganz minimal. Wenn also die Eisodialöffnung bei *Fuchsia* etwa fünfmal größer ist als die ganze Wasserspalte der Urticaceen, so sind die Verhältnisse für den Wasseraustritt viel günstiger und die Gefahr der Verstopfung bedeutend kleiner. Auch die »Wasserhöhle« bei *Fuchsia* ist relativ groß, während sie bei Urticaceen die Größe der Epitheminterzellularen um ein weniges übertrifft.

In unserem Falle stellt also die Hydathode nach der Bepinselung nicht mehr den einfachsten Ausgang für das Wasser dar; dieses tritt daher unter dem Drucke des nachrückenden

Wassers aus den zartesten Nerven heraus, wie es überhaupt überall dort, wo es hinauskommen kann, ausfließt, gelangt so weiter in die Interzellularen des Durchlüftungssystems und von hier in der Richtung des geringsten Filtrationswiderstandes durch die gewöhnlichen Luftspalten nach außen, wovon man sich unter dem Mikroskop überzeugen kann. So sieht man dann die ganze untere Seite des Blattes dicht mit Tropfen besät, indem der Verlauf von stärkeren und schwächeren bis zu den zartesten Nerven von den Tröpfchen begleitet erscheint. Das Blatt behält dabei im allgemeinen ein gesundes Aussehen, fällt nicht ab, nur die Hydathoden sind gebräunt, wohin das Gift am leichtesten gedrungen ist.

Intumeszenzen.

In den nächsten Tagen bemerkt man trotz der Ausscheidung der Unterseite eine Injektion der Stellen, wo die Hydathoden vorkommen, dann auch im großen Maße eine Injektion der Interzellularen, durch welche ja der Weg für das Wasser von den Gefäßen zu den Luftspalten führt.

Das Wasser, welches die Interzellularen füllt, enthält selbstverständlich mineralische und vielleicht auch organische Stoffe.[1] Es ist zwar im Vergleich zum Zellsaft hypotonisch, doch kann seine Anwesenheit in den Durchlüftungsräumen

---

[1] Interessant ist es, zu bemerken, daß, wenn man die Blätter einige Zeit nach der »Abtötung« der Hydathoden, wo das Wasser durch die unteren Spalten austritt, in Alkohol legt, dann an Schnitten durch dieses eine Menge einer mir unbekannten Substanz ausgefallen sieht. Speziell die Atemhöhlen und Poren wie auch die Schließzellen sind mit dieser voll gefüllt. Diese Substanz ist löslich im Wasser, auch in Säuren. Ich konnte ihre Zusammensetzung nicht eruieren. Später sieht man die nämlichen, oft krystallartig aussehenden, durch Alkohol gefällten Niederschläge reichlich in der oberen Epidermis des Blattes. Man könnte sich vorstellen, daß es eine Substanz sei, welche im Wasser, das die Interzellularen füllt, vorhanden ist und im Alkohol ausfällt; da anfangs nach der Vergiftung das Wasser speziell durch die Atemhöhlen und Luftspalten nach außen tritt, wäre das Vorhandensein der unbekannten Substanz an diesen Stellen verständlich; später, wo das Wasser das ganze Blatt durchtränkt, würde sich vielleicht auch das Vorhandensein in der Epidermis, wo diese Substanz möglicherweise osmotisch wirksam sein könnte und mit zu den pathologischen Wucherungen Anlaß gäbe, erklären.

offenbar der Pflanze nicht gleichgültig sein, wie es das spätere Auftreten von Intumeszenzen beweist.

Auch für die Poren der Luftspalten ist der stetige Durchtritt von Wasser nicht ohne Folgen geblieben; nach einiger Zeit sehen wir sie sehr stark erweitert, sie sind sehr groß und rund, die Luftspalten sehen aus, als ob sie zu Wasserspalten geworden wären (Fig. 9).

Die Wasserausscheidung durch die unteren Spaltöffnungen kann die Absonderung durch die Hydathoden nicht ersetzen; man sieht das ganze Blatt stark mit Wasser injiziert und durchtränkt, da die Tropfen auf der Unterseite nicht so leicht zusammenfließen; es sind nämlich die Ausbreitungsverhältnisse für das Wasser ungünstig, das Abfließen ist erschwert, indem z. B. die Nerven als Rippen über die Spreite hervorspringen, im Gegensatz zur Oberseite, wo über ihnen Rinnen liegen. Die Wirkung der Transpiration ist vollkommen herabgesetzt, weil über den meisten Luftspalten Wassertropfen liegen. Der Wurzeldruck hat nun auch eine größere Wassermasse vor sich zu schieben, das nachrückende Wasser dringt bei vollkommen herabgesetzter Transpiration überall ein; ein Wasserüberschuß ist die Folge.

Der erhöhte Turgordruck und der Wasserreichtum führen zum Wachstum der Zellen, zur Bildung hyperhydrischer Gewebe (Fig. 7, 9).

Es entstanden in einem Falle nach etwa drei bis vier Wochen, in einem anderen schon nach fünf Tagen Wucherungen, die Intumeszenzen vorstellen, wie Sorauer (18) solche Gebilde nannte (vgl. p. 689).

Dieser Zeitunterschied im Auftreten der Wucherungen in beiden Fällen ist, wie ich glaube (näher habe ich es nicht nachgeprüft) auf Witterungsverhältnisse zurückzuführen. In diesem Falle war nämlich die Luft infolge heißer Tage trocken, so auch in meiner Glaskammer, wo ich die Pflanzen beobachtete, weniger dunstgesättigt; in jenem Falle war das Wetter regnerisch und trüb, auch ein größerer Feuchtigkeitsgrad in dem Glashäuschen vorhanden.

Ich glaube, die Entstehung der genannten Wucherungen so auffassen zu sollen, wie ich es oben dargestellt habe, d. h.,

daß sie durch »Wasserüberschuß«, Wasserfülle im Blatt nach Funktionsverlust der Hydathoden entstehen. Ich kann jedoch nicht beurteilen, ob diese Wucherungen vielleicht nicht direkt durch Giftwirkung, die als »chemischer« oder »Wund«-reiz Einfluß hätte, hervorgerufen wurden, da ich keine näheren Untersuchungen darüber anstellte. Ich will daher auch nicht entscheiden, ob diese Wucherungen als Intumeszenzen oder Kallusbildungen aufzufassen sind und ob Schrenk (17) oder Küster (8, 9) im Recht ist; dies müßte Gegenstand einer besonderen Behandlung sein.[1]

Die pathologischen Wucherungen scheiden in meinem Falle ähnlich wie bei *Conocephalus* Wasser aus, wonach die Injektion des Blattes verschwindet. Haberlandt glaubte auf Grund der Beobachtung bei *Conocephalus* ein »neues Organ« annehmen zu müssen. Diese Behauptung erscheint mir unberechtigt und auch höchst gezwungen, denn wir finden im Pflanzenreich analoge Fälle, wo aus Wundgeweben Wassertropfen ausgeschieden werden, und meiner Meinung nach bleibt die Wahl höchstens zwischen Intumeszenzen oder Kallusbildungen (siehe oben), an welche Gebilde diese Wucherungen lebhaft erinnern und mit denen sie genetisch auch zusammenhängen (vgl. 7, 8). Die Wasserausscheidung dieser Wucherungen dürfte sich auf diese Weise erklären, daß die Intumeszenzzellen aus ihrem vorhergehenden »Ruhestadium« zu einem beträchtlichen Wachstum angeregt wurden, also eine neue Lebensenergie entfalten und in diesem Stadium Wasser ausscheiden können, analog wie es Molisch (12) für das Kallusgewebe bei vielen Pflanzen gezeigt hat, wo diese erhöhte Aktivität Hand in Hand mit einer starken Steigerung des Turgors der Zellen geht, so »daß aus denselben oft unter einem geradezu ganz kolossalem Drucke bis etwa 9 Atmosphären Wasser ausgepreßt wird«. Fassen wir obige Wucherungen direkt als Kallusbildungen auf, dann ist der Fall mit den von Molisch beschriebenen vollkommen vergleichbar.

---

[1] Nach Bestreichen des Stengels von *Myriocarpa* mit (Maschinen-) Öl treten aus den Lenticellen und Spaltöffnungen des Stengels intumeszenzenähnliche Wucherungen auf (vgl. 22).

2. Die übrigen Pflanzen.

Die normale Wasserausscheidung findet bei den meisten übrigen von mir untersuchten Pflanzen in derselben Weise wie bei *Myriocarpa* statt. Gewisse Unterschiede und Besonderheiten mögen an dieser Stelle zum Ausdruck gebracht werden. Hervorgehoben mag sein, daß die Wasserausscheidung bei *Boehmeria biloba* (vgl. 12), *Parietaria* und *Laportea* sehr ausgiebig war. Was die letztgenannte Pflanze anbelangt, so ist es interessant zu erwähnen, daß ein altes, schlecht gepflegtes Exemplar in die feuchte Kammer gebracht, alle Blätter abgeworfen hat, ohne Wasser ausgeschieden zu haben; dann sproßten aber neue Blätter vom Stamme aus und ließen an der Ausgiebigkeit der Guttation gar nichts zu wünschen übrig. *Urtica cannabina* zeigte eine spärliche Ausscheidung; es ist wohl möglich, daß die Ursache dessen darin zu suchen ist, daß ich ein sehr stark entwickeltes Exemplar in einem verhältnismäßig kleinen Topf, wo die Wurzeln sich nicht ausbreiten konnten, beobachtet habe.

Eine sehr spärliche Ausscheidung fand bei *Pilea* statt. Man konnte nur eine schwache Benetzung der Unterseite sehen, niemals deutlich hängende Tropfen.

Eine besondere Erwähnung verdient die Wasserausscheidung bei *Urtica urens* und *dioica*.

Da aus der Schilderung von Volkens[1] (21) über die Hydathoden bei *Urtica urens* und *dioica* nicht klar hervorgeht, ob der genannte Autor die Wasserausscheidung bei den in Rede stehenden Pflanzen wirklich beobachtet hat oder nur aus dem anatomischen Bau auf eine solche schließt, muß ich bemerken, daß ich bei beiden Pflanzen Wasserausscheidung in der feuchten Glaskammer konstatieren konnte. Ich führe dies speziell deswegen an, weil Möbius (10), dem es nicht geglückt ist, bei *Ficus neriifolia* die Wasserausscheidung trotz Vorhandensein von bekannten Epithemhydathoden nachzuweisen, auch die beiden *Urtica*-Arten, bei denen nach seiner

---

[1] Er schreibt: Die hellen Punkte »stellen Orte für Wasserausscheidung dar. Den Beweis für letzteres liefert der anatomische Bau des Blattes an jenen Punkten«.

Meinung Volkens nur die Hydathoden, aber keine Ausscheidung beobachtet hat, als Ausnahmen betrachtet und geneigt ist, den Hydathoden bei den genannten Pflanzen eine andere unbekannte Funktion zuzuschreiben.

Pathologische Wucherungen habe ich außer bei *Myriocarpa* bei keiner anderen Pflanze beobachtet. Die bepinselten Hydathoden der untersuchten *Boehmeria*, *Parietaria* und *Urtica dioica* scheiden kein Wasser aus; in allen Fällen traten dafür auf der Unterseite der Blätter Tropfen aus den gewöhnlichen Luftspalten heraus.

Anhang.

Cannabis sativa L.

Sehr bald nach dem Einstellen der Pflanze in eine feuchte Kammer erscheinen Tropfen an den Zähnen der Blätter.

Die anatomischen Verhältnisse sind von den oben beschriebenen vollkommen abweichend. Kein Epithemgewebe ist vorhanden. Über den Enden der Nerven an den Blattzähnen befinden sich (2) je zwei oder drei Stomata groß und eingesenkt, von den übrigen kleineren Spalten der Oberseite verschieden. Eine große »Wasserhöhle« ist vorhanden, an welche Gefäße grenzen.

Zusammenfassung.

1. Mehrere Arten von Urticaceen sind dadurch ausgezeichnet, daß sie auf der ganzen Oberseite der Blätter durch Hydathoden Wasser in Form von Tropfen ausscheiden. Es wurde dies bei folgenden Pflanzen untersucht: *Myriocarpa* sp., *Splitgerbera biloba*, *Parietaria officinalis*, *Urtica cannabina*, *dioica* und *urens*, *Laportea gigas*, *Pilea Spruceana* und *Cecropia peltata*.

Die genannten Pflanzen sind wie die ganze Familie der Urticaceen physiologisch durch einen sehr starken Wurzeldruck ausgezeichnet, der sich bei Hemmung der Transpiration durch Tropfenausscheidung auf der ganzen Blattoberseite kund tut; ausgenommen davon ist *Pilea Spruceana*, bei der die Wasserausscheidung spärlich auf der Unterseite des Blattes erfolgt.

2. Die Arbeit beschäftigt sich eingehend mit dem Bau und der Funktion dieser sehr vollkommen ausgebildeten Epithemhydathoden. Hier soll nur hervorgehoben sein, daß die Wasserausscheidung als ein einfacher Filtrationsvorgang zu betrachten ist.

3. Durch die in dem Blatte durchgeführte Trennung der zur Wasserleitung und zur Luftleitung bestimmten Interzellularen ist u. a. ermöglicht, daß die Transpiration neben dem durch die Hydathoden gepreßten Wasserstrom in einem relativ feuchten Raume noch bestehen kann.

Der Verfasser stellt sich vor, daß die winzigen Interzellularen des Epithemkörpers das zugeleitete Wasser zunächst kapillar festhalten und daß dann die Epithemzellen dem Wasser gewisse Substanzen osmotisch entziehen und zum Nutzen des Blattes weiter befördern.

4. Häufig findet man auf der ganzen Oberfläche der Blätter von *Myriocarpa* sp. und *Boehmeria biloba* zahlreiche weiße Schüppchen von teilweise mineralischer Substanz, die als Residua der Wasserausscheidung aufzufassen sind. Sie bestehen zum Teil aus einem Carbonat. Das ausgeschiedene Wasser reagiert alkalisch.

5. Bepinselt man die Oberseite der Blätter von *Myriocarpa*, *Boehmeria*, *Parietaria*, *Urtica dioica* mit 0·1 prozentigem Sublimat-Alkohol, so hören die Hydathoden auf, Wasser auszuscheiden und nachher sieht man, wie die gewöhnlichen Luftspalten der Unterseite Wasser auszuscheiden beginnen.

6. Bei *Myriocarpa* kann man überdies nach längerer Zeit Wucherungen auf dem Blatt erblicken, die entweder Intumeszenzen oder Kallusbildungen sein mögen. Ob so oder so gedeutet, die Wasserausscheidung, die man jetzt bemerkt, kann auf das lebenskräftige Wuchergewebe zurückgeführt werden, wie dies in analogen Fällen bei den Untersuchungen von Molisch (12) über den lokalen Blutungsdruck beobachtet worden ist. Von »Ersatzhydathoden« oder sogar von »neuen Organen« zu sprechen, im Sinne von Haberlandt, erscheint nicht berechtigt.

Meinem sehr verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. Molisch, möchte ich an dieser Stelle für seine dauernde Anregung und für viele Ratschläge bei der Ausführung der Arbeit meinen ergebensten Dank aussprechen.

Auch Herrn Prof. Dr. K. Linsbauer und Herrn Assistenten Dr. O. Richter bin ich für ihre Liebenswürdigkeit und für das Interesse an meiner Arbeit zu Dank verpflichtet.

Literatur.

1. A. de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. 1877, p. 56, 57, 392.
2. G. Briosi e F. Tognini, Intorno alla Anatomia della Canapa. Parte II. Atti d' Ist. bot. dell. Univ. di Pavia, II. Ser., Vol. IV, 1897, p. 198.
3. A. Gravis, Recherches anatomiques sur les organes végétatifs de l'Urtica dioica L. Bruxelles, 1885, p. 141.
4. G. Haberlandt, Anat.-physiol. Untersuchungen über das trop. Laubblatt. II. Über wassersecernierende und absorbierende Organe. I. Abh. Diese Sitzungsber., Bd. 103, Abt. I, 1894, p. 532.
5. — Dasselbe. II. Abh., Bd. 104, Abt. I, 1895, p. 58 ff.
6. Fr. G. Kohl, Anatomisch-physiologische Untersuchungen der Kalksalze und Kieselsäure in den Pflanzen. Marburg, 1889, p. 101.
7. E. Küster, Pathologische Pflanzenanatomie. Jena, 1903, p. 74 ff.
8. — Histologische und experimentelle Untersuchungen über Intumeszenzen. Flora, 1906, Bd. 96, Heft 2, p. 535.
9. — Aufgaben und Ergebnisse der entwicklungsmechanischen Pflanzenanatomie in Progressus rei bot. Bd. 2, 1908, p. 461 und 529.
10. M. Möbius, Beitrag zur Anatomie der *Ficus*-Blätter. Ber. der Senckenberg. naturforschenden Ges. in Frankfurt am Main, 1897, p. 117 bis 138.

11. H. Molisch, Über das Bluten tropischer Holzgewächse im Zustande völliger Belaubung. Ann. du Jardin bot. de Buitenzorg. Suppl. II, 1898, p. 23 bis 32.
12. — Über lokalen Blutungsdruck und seine Ursachen. Bot. Ztg., 1902, Heft III, p. 61.
13. H. Molisch, Das Hervorspringen von Wassertropfen aus der Blattspitze von *Colocasia nymphaefolia* (Kth.) *(Caladium nymphaefolia hort.)*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1903, Bd. XXI, Heft 7, p. 383 ff.
14. A. Nestler, Kritische Untersuchungen über die sogenannten Wasserspalten. Nova Acta der kais. Leop.-Carol. deutsch. Akad. d. Naturf., Bd. 64, Nr. 3, 1894, p. 163.
15. — Zur Kenntnis der Wasserausscheidung an den Blättern von *Phaseolus multiflorus* Willd. und *Boehmeria*. Diese Sitzungsber., Bd. 108, 1899, Abt. I, p. 706.
16. O. Renner, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Artocarpeen und Conocephalen, insbesondere der Gattung *Ficus*. Engler's Bot. Jahrb. für syst. Bot., Pflanzengesch. und Pflanzengeogr., 1907, Bd. 39, p. 328, 416.
17. H. v. Schrenk, Intumescences formed as a result of chemical stimulation. Sixteenth annual Report of the Missouri Bot. Garden. 1905, Issued May 31.
18. P. Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 2. Aufl., Bd. 1, 1886, p. 222 u. a.
19. H. Solereder, Systematische Anatomie der Dikotyledonen. 1899, p. 872 und 916. Ergänzungsband 1908, p. 297, 303 und 328.
20. G. Volkens, Über Wasserausscheidung in liquider Form an den Blättern höherer Pflanzen. Jahrb. des königl. bot. Gart. und des Museums zu Berlin, 1883, Bd. II, p. 205.
21. H. A. Weddell, Monographie de la famille des Urticées, 1856, p. 485.
22. P. Wiśniewski: Über Induktion von Lentizellenwucherungen bei Ficus. Bull. de l'Acad. des sciences de Cracovie. Math.-nat. Cl. Sér. B. Mai 1910, p. 359—365.

Erklärung der Abbildungen.

Erklärung der Bezeichnungen: *h* = Hydathode; *tr* = Borstentrichom *dr* = Drüsenhaar; *z* = Cystolith; *s* = Wasserspalten; *l* = Luftspalten.

I. Hydathoden.

1. *Myriocarpa* sp.

Fig. 1. Blatt von *Myriocarpa* (Lupenbild der Oberseite), vgl. Text p. 685, Vergr. 20.

Fig. 2. Epidermis über der Hydathode, von oben gesehen. *dr* = Drüsenhaar; man sieht bei höherer Einstellung vier vorgewölbte Zellen, bei tieferer weitere vier, mit diesen alternierend, somit ist das Köpfchen achtzellig (vergl. auch Querschnitt, siehe Text p. 686). Vergr. 250.

Die Konturen sämtlicher Nebenzellen der Wasserspalten sind nur bei s_1 ausgeführt, sonst nicht (siehe Text p. 686).

Fig. 3. Hydathode im Querschnitt; das Eintreten der Gefäßbündel ist deutlich zu sehen (siehe Text p. 687). Vergr. 250.

2. *Boehmeria biloba.*

Fig. 4. Die Wasserspalteninsel von oben gesehen (p. 690). Vergr. 250.

Fig. 5. Die Wasserspalteninsel im Querschnitt (p. 690). Vergr. 250.

3. *Urtica cannabina.*

Fig. 6. Umriß des Blattes (zum Teil Nerven und Hydathoden eingezeichnet). Die unverhältnismäßig großen Punkte sollen annähernd die Stellen bezeichnen, wo die Hydathoden vorkommen. Man sieht je eine an der Spitze eines jeden Lappens und weitere in vier Reihen an den Lappen, auf von etwas stärkeren Nerven umgrenzten Feldern; auch längs der Mittelrippe zieht eine Reihe von Hydathoden (siehe p. 690). Natürl. Größe.

II. Intumeszenzen von Myriocarpa sp.

Fig. 7. Intumeszenz im Stadium, wo sie die Epidermis durchbricht (vier Wochen nach der Bepinselung gezeichnet (siehe Text p. 691), Vergr. 300.

Fig. 8. Hydathode einige Tage nach der »Abtötung«; die Zellen in der Umgebung des Epithemgewebes beginnen zu hypertrophieren, wodurch ein Vorwölben der unteren Epidermis zustande kommt (p. 691, 692).

In späteren Stadien ist das Epithem vollständig verdrängt und verschwindet schließlich ganz. Vergr. 500.

Fig. 9. Kleine, vollkommen ausgebildete Intumeszenz; darunter sieht man eine Luftspalte wesentlich erweitert (siehe Text p. 692 und 700). Vergr. 300.

Taub, S.: Wa

dr

s

z

l

tr

5

7

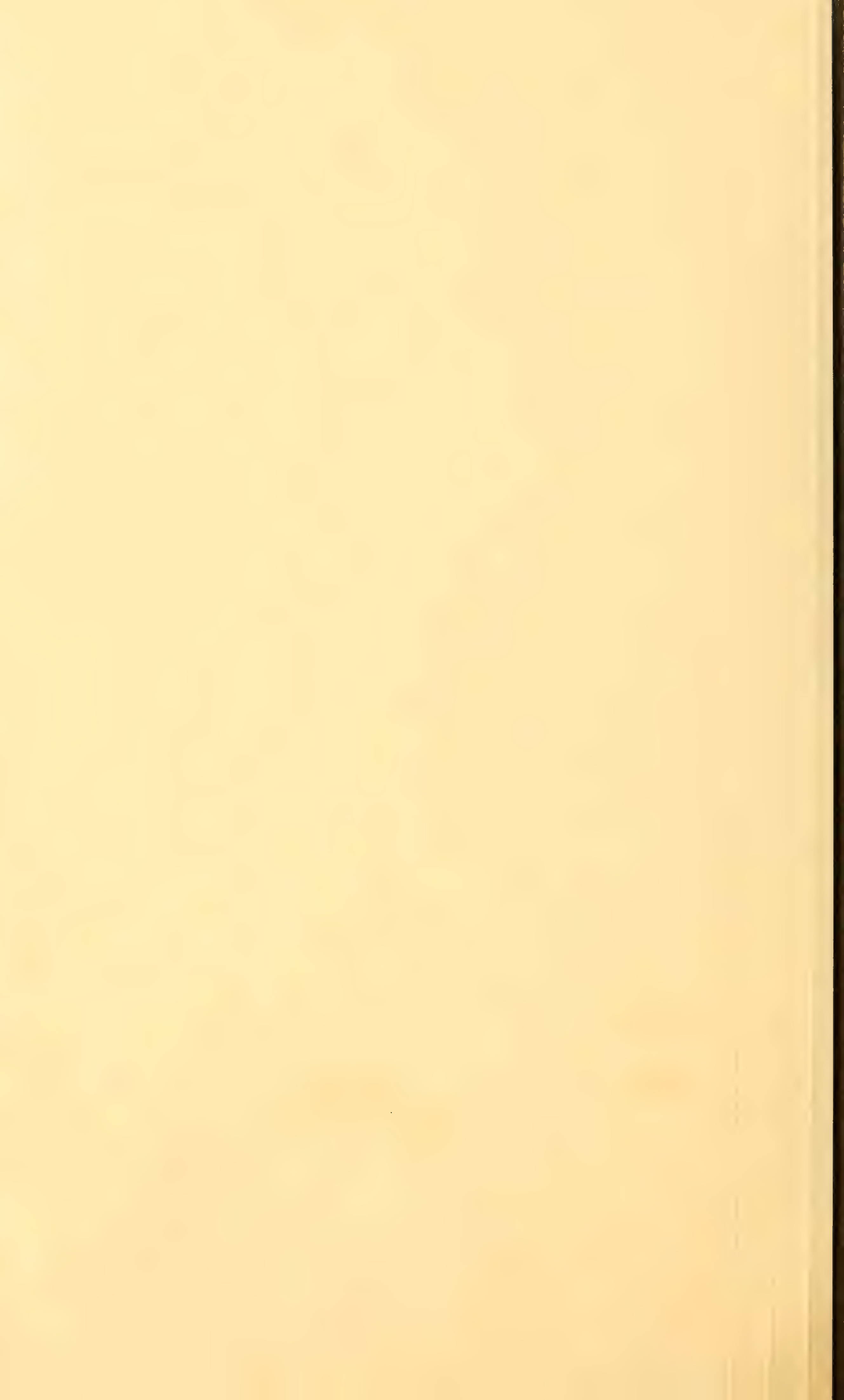
l

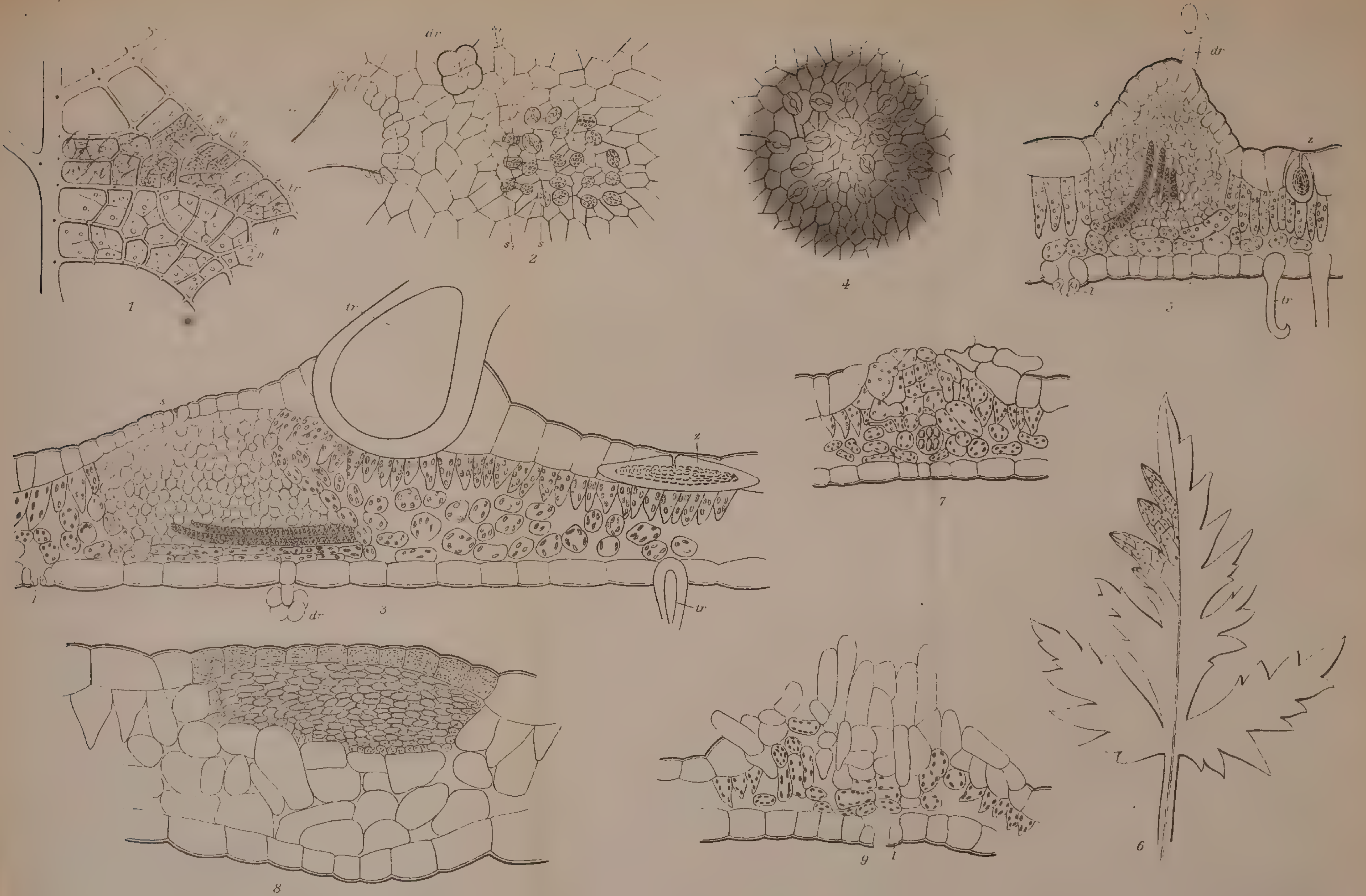
6

Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

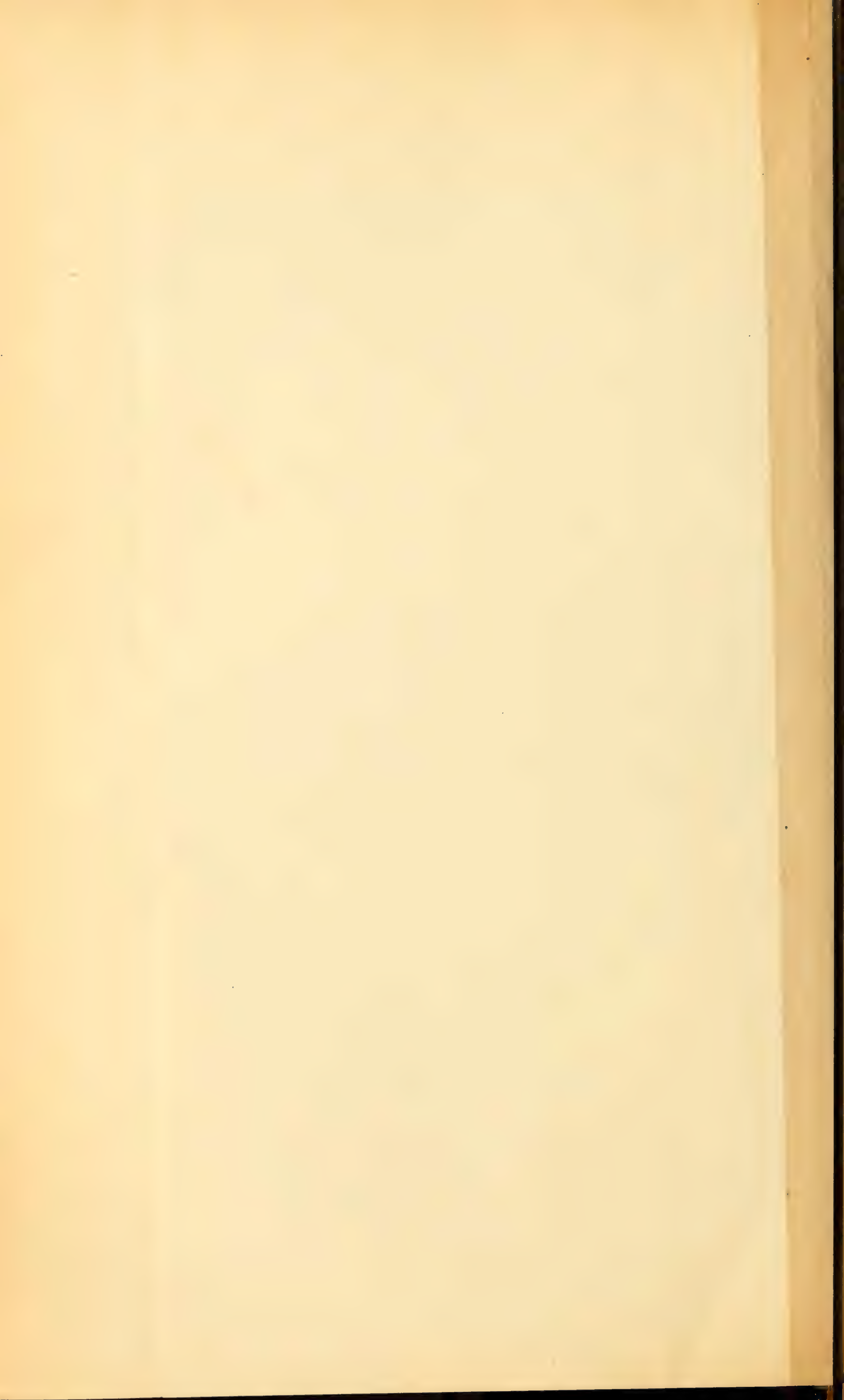
)10.





Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Schildkröten aus Süd- und Südwestafrika, gesammelt von Dr. R. Pöch und J. Brunnthaler

von

Kustos **F. Siebenrock.**

(Mit 4 Tafeln und 2 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 30. Juni 1910.)

Während einer anthropologischen Studienreise in Deutsch-Südwestafrika sammelte Herr Dr. R. Pöch eine größere Anzahl Schildkröten. Diese stammen hauptsächlich von Swakopmund, |Oas[1] in der mittleren Kalahari, vom ǂNosobtale[2] in der südlichen Kalahari und von Upington, Gordoniadistrikt im Britisch-Betschuanalande.

Von besonderem Werte ist eine Kollektion *Testudo oculifera* Kuhl, da sie die Möglichkeit bot, eingehendere Betrachtungen über die Ontogenie des Farbenkleides der Schale anzustellen. Ebenso konnte nachgewiesen werden, daß diese Art gemeinsam mit *Testudo geometrica* Linné phylogenetisch eine natürliche Untergruppe bildet, welche den anderen Arten der *Geometrica*-Gruppe s. l. gegenüberzustellen ist.

Ferner fand Dr. R. Pöch ein Exemplar der erst in jüngster Zeit entdeckten *Testudo bergeri* Lindholm, von welcher bisher bloß die Beschreibungen zweier Schalen vorlagen. An der Hand dieses Exemplares wurden die noch lückenhaften Kenntnisse von genannter Art erweitert, so daß über ihre systematische Stellung keinerlei Zweifel mehr bestehen kann.

---

[1] Der vor Oas stehende senkrechte Strich deutet den Schnalzlaut an, welcher dem Worte von den Buschmännern beim Sprechen vorausgeschickt wird.

[2] Der zweimal durchquerte senkrechte Strich vor Nosobtal bedeutet ebenfalls einen Schnalzlaut.

Als Ergänzung der Pöch'schen Sammlung wurden einige Landschildkröten der Gattungen *Homopus* D. & B. und *Testudo* Linné, welche der Botaniker Herr J. Brunnthaler im Kaplande gesammelt hat, mit in Betracht gezogen. Darunter befindet sich ein Exemplar *Homopus boulengeri* Duerden, eine sehr seltene Art, von der nur das Albany Museum in Grahamstown wenige Exemplare besitzt.

Das seltene Vorkommen von *Homopus boulengeri* Duerden dürfte mit der geringen Produktionsfähigkeit von Eiern zusammenhängen, denn das Exemplar, welches lebend nach Wien gesendet wurde, hatte nach der Tötung bloß ein zum Legen reifes Ei im rechten Ovidukt. Dasselbe ist hart, stark längsoval, an beiden Polen spitz, sehr groß im Verhältnisse zum ganzen Tier und bedeutend größer als die hintere Schalenöffnung. Die Eiablage kann daher nur dann möglich sein, wenn zu dieser Zeit der Hinterlappen des Plastrons nach außen beweglich wird, wie es bei einigen *Testudo*-Arten zeitlebens der Fall ist.

Schließlich obliegt mir die angenehme Pflicht, nachbenannten Herren Prof. Dr. O. zur Straßen, Direktor des Senckenberg-Museums in Frankfurt a. M., Prof. Dr. O. Taschenberg in Halle a. d. Saale und Kustos E. Lampe des Wiesbadener Museums für ihre freundliche Unterstützung durch Zusendung von Vergleichsobjekten meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Besonders wünschenswert war mir, eine Sammlung von 20 Schildkrötenschalen aus dem Kaplande, Eigentum des Hallenser Museums, kennen zu lernen, welche Giebel (Zeitschr. ges. Naturw., N. F., Vol. 1 (35), 1870, p. 542) seinerzeit insgesamt als *Testudo geometrica* Linné bestimmte. Eine genaue Durchsicht derselben ergab jedoch, daß sie aus den drei Arten *Testudo geometrica* Linné, *T. verroxii* Smith und *T. fiskii* Blgr. besteht.

Vor kurzem erschien eine Abhandlung von Prof. F. Werner (Denkschr. med.-naturw. Ges. Jena, Vol. 16, IV, 1910, p. 279) über die herpetologische Ausbeute des Prof. L. Schultze, welche in Süd- und Südwestafrika sowie in der südlichen Kalahari gesammelt wurde. Vorliegende Arbeit bildet somit eine Ergänzung der genannten Abhandlung, soweit sie sich

auf die Schildkröten bezieht, da Dr. R. Pöch weiter gegen Norden in der Kalahari vorgedrungen ist als Prof. L. Schultze, wie aus den Fundortsangaben hervorgeht. Außerdem wurden jene Arten, welche Werner ebenfalls in den Kreis seiner Betrachtungen einbezogen hatte, größtenteils von anderen, teilweise neuen Gesichtspunkten besprochen.

Cryptodira.

Gattung: **Homopus** D. & B.

Die Unterscheidungsmerkmale zwischen *Homopus* D. & B. und *Testudo* Linné sind, wenn man von der Beschaffenheit der Kaufläche des Oberkiefers absieht, nicht besonders markant, wie ich (Zool. Anz., Vol. 34, 1909, p. 231) schon einmal hervorzuheben Gelegenheit hatte. Die Anzahl der Krallen an den Vordergliedmaßen ist in beiden Gattungen variabel und daher als Unterscheidungsmerkmal nicht absolut verläßlich. Ebenso gibt die Form der Schilder auf der Rückenschale bei *Homopus* D. & B. keine sicheren Anhaltspunkte für die Beurteilung der Gattung, da dieselben je nach den verschiedenen Arten sowohl stark angeschwollen als auch ganz flach sein können.

Das einzige und sicherste Charakteristikum für die *Homopus*-Schale ist die Form der Gularschilder, welche sich durch die auffallende Kürze und eine besondere Breite auszeichnen. Strauch (Chelon. Studien, 1862, p. 93) hat diese Schilder, einzeln betrachtet, sehr treffend mit einem querliegenden, rechtwinkeligen Dreieck verglichen, dessen nach außen gerichtete Spitze stark abgestumpft ist und dessen Hypotenuse wellig erscheint. So sehen die Gularschilder bei *Testudo* Linné niemals aus, weil ihre Mittelnaht immer länger als die Vorderkante ist. Es genügt somit ein Blick auf die Gulargegend, um zwischen *Homopus* D. & B. und *Testudo* Linné entscheiden zu können.

1. **Homopus areolatus** Thunb.

Boulenger, Cat. 1889, p. 147. — Siebenrock, Zool. Jahrb., Suppl. Heft 3, 1909, p. 513.

Ein junges Exemplar, ♂, gesammelt von J. Brunnthaler in der Umgebung von Port Elizabeth.

Länge des Rückenschildes 81 *mm*, dessen Breite 59 *mm*, Höhe der Schale 36 *mm*.

Schilder der Rückenschale nur wenig geschwollen, Areolen fast flach und mit konzentrischen Furchen umgeben. Der Vertebralkiel ist auf den Areolen der vier ersten Schilder als kurze Längskante sichtbar. Erstes und viertes Vertebrale länger als breit, die übrigen Vertebralia breiter als lang.

Plastron flach, was auch bei erwachsenen Individuen in beiden Geschlechtern der Fall ist. Somit wird der sekundäre Geschlechtscharakter beim Männchen nicht wie bei der Gattung *Testudo* Linné durch eine Vertiefung in der Mitte des Plastrons angedeutet, sondern beim Männchen durch eine stärkere Krümmung der femoralen Außenkante, welche beim Weibchen fast gerade verläuft. Außerdem hat der Hinterlappen beim Männchen von *Homopus* D. & B. so wie bei den meisten cryptodiren Schildkröten immer eine geringere Länge als beim Weibchen, wo die Analia mit ihren vorspringenden Hinterecken den Schalenrand ganz oder nahezu ganz berühren. Die hinteren äußeren Ecken der Humeralia sind bis zu den Axillaria meistens spangenartig verlängert und begrenzen den vorderen freien Rand der Pektoralschilder. Nun kommt es, wie bei vorliegendem Exemplare, wiederholt vor, daß sich diese schmale Spange vom Pektorale loslöst und ein selbständiges Stück zwischen diesem und dem Axillare bildet. Dieses schmale Schildchen ist also nicht als ein akzessorisches Axillare aufzufassen, wie es bei einigen *Testudo*-Arten der *Geometrica*-Gruppe auftritt. Inguinale klein; es kann bei manchen Individuen auch fehlen. Der besonders in der Augengegend breite Kopf und die auffallend lange Unterkiefer-Symphyse kennzeichnen das männliche Geschlecht dieses Exemplares Die beiden Merkmale wurden schon von Boulenger (Proc. Zool. Soc. London, 1890. p. 521) bei *Homopus areolatus* Thunb. als sekundäre Geschlechtscharaktere hervorgehoben und von Oudemans (Zool. Anz., Vol. 18, 1895, p. 321) an der Hand von 14 Exemplaren bestätigt. Dagegen kann ich so wie Oudemans l. c. die verschiedenfache Größe der Ellbogenschuppe als sekundäres Geschlechtsmerkmal, welches Boulenger l. c. gleichfalls anführt, nicht gelten lassen, weil dieselbe

nicht nach den Geschlechtern, sondern nach Individuen variiert. Ein größeres Femoraltuberkel fehlt bei diesem Exemplare sowie bei sechs anderen (darunter vier Männchen), die mir zum Vergleiche vorliegen, gänzlich.

An der Hinterfläche des Oberschenkels, welche von rundlichen Schuppen bedeckt ist, ragen wohl zwei etwas mehr als die übrigen hervor, sie erlangen aber nicht den Charakter eines Horntuberkels wie bei den anderen *Homopus*-Arten.

Das Exemplar ist ungewöhnlich schön und elegant gefärbt. Die Diskoidalschilder sind lichtgrün mit breiten schwarzbraunen Rändern und in der Mitte rotbraun. Letztere Farbe überschreitet vielfach die Grenzen der Areolen und bildet wolkenartige Ränder. Marginalia fast gleichmäßig rotbraun, vorn und oben schwarzbraun eingefaßt. Plastron dunkelbraun und gelb gerandet.

Die Männchen sind bei *Homopus areolatus* Thunb. im allgemeinen viel lichter gefärbt als die Weibchen, insbesondere ist das Plastron beim ersteren Geschlechte sehr häufig einfach gelb, dagegen beim Weibchen fast immer mehr oder weniger schwarz pigmentiert. In der Jugend scheinen jedoch beide Geschlechter nahezu gleich gefärbt zu sein.

Homopus areolatus Thunb. kommt nach Duerden (Rec. Albany Mus., Vol. 1, 1906, p. 411) längs der südöstlichen und südwestlichen Küste des Kaplandes vor und geht auch landeinwärts in die höher gelegenen Regionen. Das Museum besitzt ein Exemplar vom Gebirge der Simonsbai. Außerdem werden Exemplare angegeben von den Distrikten Albany, Alexandria und Uitenhage (Duerden); Port Elizabeth (Boulenger, Duerden, Oudemans); Knysna (Boulenger, Oudemans); Oudtshorn (Duerden); Malmesbury (Boettger, Duerden); Cape Town (Duerden); Middlton (Duerden).

Da nach den bisherigen Erfahrungen *Homopus areolatus* Thunb. nur in Kapland beobachtet werden konnte, dürfte der von Strauch (Mém. Ac. St. Pétersbourg (7) Vol. 33, Nr. 2, 1890, p. 58) verzeichnete Fundort „Victoria Nyanza“ kaum richtig sein.

2. Homopus boulengeri Duerden.

Homopus boulengeri, Duerden, Rec. Albany Mus., Vol. 1, 1906, p. 406, Taf. 11, Fig. 1, 2, 5; ebendas., Vol. 2, 1907, p. 65, Taf. 6, Fig. 1 und Rep. Albany

Mus. (For 1906) 1907, p. 10. — Siebenrock, Zool. Anz., Vol. 34, 1909, p. 623.

Homopus boulengeri part., Siebenrock, Zool. Jahrb. Suppl., Heft 3, 1909, p. 515.

Ein Exemplar, ♀, gesammelt von J. Brunnthaler in Matjesfontein, Distrikt Wocester, Kapland.

Länge des Rückenschildes 94 *mm*, dessen Breite 70 *mm*, Höhe der Schale 41 *mm*.

Die Beschreibung, welche Duerden l. c. von dieser Art gibt, stimmt ziemlich genau mit den habituellen Merkmalen des mir vorliegenden Exemplares überein. Die wenigen Unterschiede, welche sich beim Vergleiche ergeben, dürften wohl nur individueller Natur sein. Etwas bedeutender ist der Färbungsunterschied, wie es sich aus der nachfolgenden Beschreibung zeigen wird.

Schilder der Rückenschale nicht geschwollen, Areolen ganz unbedeutend vertieft und von konzentrischen Furchen umgeben. Nur zwischen den Vertebralia und den beiderseits angrenzenden Costalia ist eine nennenswertere Furche gezogen, alle übrigen Schilder stoßen glatt aneinander. Vertebralkiel in keiner Weise angedeutet. Erstes Vertebrale am schmalsten, fünftes am breitesten, es steht außer mit dem Supracaudale beiderseits noch mit zwei Marginalia in Verbindung. Alle Vertebralia breiter als lang; die zwei ersten Vertebralia breiter, die zwei darauffolgenden schmäler als die entsprechenden Costalia. Zwölf Paare Marginalia vorhanden; Nuchale klein, rechteckig, vorn eingekerbt; Supracaudale unpaarig, sehr schmal. Rückenschild stark deprimiert, vorn etwas niedriger als hinten, wo er steil abfällt; Vertebralgegend flach; Vorderrand undeutlich gesägt, in der Mitte winkelig ausgeschnitten; Hinterrand abgerundet, nur seitlich ober den Füßen unbedeutend aufwärts gebogen.

Plastron groß, vorn abgestutzt, hinten seicht und breit ausgeschnitten; Vorder- und Hinterlappen gleich lang, ihre Länge unbedeutend mehr als zweimal in der Brückenbreite enthalten. Der Hinterlappen stoßt mit dem Schalenrand zusammen und bildet mit diesem ein kleines querovales Loch zum Vorstrecken des kurzen Schwanzes. Abdominale Mittelnaht am längsten, dann folgt die humerale, femorale, pektorale, anale und zuletzt

die gulare. Axillaria kurz und breit, sie begrenzen den freien Vorderrand der Pektoralia und verbinden sich mit der hinteren, äußeren Ecke der Humeralia, welche stachelförmig verlängert ist, durch eine Naht. Inguinalia groß, sie erstrecken sich bis zu den Femoralia.

Präfrontalschilder auf dem Kopfe mäßig groß, der Raum zwischen ihnen und den Nasenlöchern ist mit kleinen Schuppen bedeckt, von denen ein etwas größeres Schildchen bloß auf der linken Seite gelegen ist. Nase mäßig vorspringend; Oberkiefer in der Mitte hakenförmig verlängert, deutlich trikuspid; Unterkiefersymphyse kurz, geringer als der Querdurchmesser der Augenhöhle. An den Vordergliedmaßen fünf Krallen; Vorarme mit imbrikaten Schuppen in sechs bis sieben Quer- und drei bis vier Längsreihen bedeckt; Ellbogenschuppe ganz unbedeutend größer als die übrigen Schuppen. Horntuberkel auf dem Oberschenkel klein, aber deutlich.

Rückenschale lichtolivengrün, die einzelnen Schilder mit hellbraunen Rändern eingefaßt, welche bloß am zweiten und dritten Vertebrale dunkler gefärbt sind. Plastron schmutzig lichtgrün, mit breiten braunen Rändern, welche in der Mitte ein breites Längsband bilden. Kopf und Gliedmaßen lichtolivengrün, die Kiefer braun gefärbt.

Die wenigen Exemplare, welche bisher bekannt geworden sind, befinden sich in der Sammlung des Albany Museums, Grahamstown; sie stammen aus Willowmore, Beaufort West und Aberdeen im Süden des Kaplandes. Herr J. Brunnthaler erbeutete das vorliegende Exemplar am Abhange eines felsigen Terrains mit sehr spärlicher Vegetation im Distrikte Worcester, an der Grenze des Distriktes Prince Albert, also westlich von Willowmore. Brunnthaler sah während seiner mehrtägigen botanischen Wanderungen bei Matjesfontein nur dieses eine Exemplar. Wie die bisherigen Erfahrungen lehren, scheint *Homopus boulengeri* Duerden nicht häufig zu sein, was auch aus der Anzahl der Eier hervorgeht, welche vom Weibchen jährlich gelegt werden.

Bei der Eröffnung des vorliegenden Exemplares lag nur im rechten Ovidukt ein zum Legen reifes Ei, während alle übrigen Eier der beiden Ovarien ganz klein und unentwickelt

waren. Da das Tier lebend von Cape Town nach Wien gesendet wurde und während der mehrwöchigen Reise kein Ei gelegt hatte, so ist die Annahme nicht unberechtigt, daß diese Art jährlich überhaupt nur ein Ei legt.

Das Ei ist im Verhältnisse zur Rückenschale ungewöhnlich groß, denn der Längsdurchmesser beträgt 39 *mm* und der quere 22 *mm*, es ist längsoval und hartschalig, an den beiden Polen auffallend spitz. Vergleicht man den Querdurchmesser des Eies mit der Größe der hinteren Schalenöffnung, welche 6 *mm* lang und 15 *mm* breit ist, so findet man es begreiflich, daß dieselbe zur Zeit der Eiablage bedeutend erweitert werden muß und dies kann nur durch eine spontane Beweglichkeit des hinteren Plastrallappens ermöglicht werden, wie es bei den meisten Landschildkröten der Fall ist und speziell bei *Pyxis arachnoides* Bell von mir (Schildkröten von Ostafrika und Madagaskar, in A. Voeltzkow, Reise in Ostafrika in den Jahren 1903—1905, Vol. 2, 1906, p. 13) nachgewiesen wurde.

Gattung: **Testudo** Linné.

3. **Testudo pardalis** Bell.

Boulenger, Cat. 1889, p. 160. — Siebenrock, Zool. Jahrb., Suppl. Heft 3, 1909, p. 522. — Chubb E. C., Proc. Zool. Soc. London, 1909, p. 592. — Werner, Denkschr. med.-naturw. Ges. Jena, Vol. 16, IV, 1910, p. 300.

Schale eines jungen Exemplares von Swakopmund und junge Tiere von |Oas, Deutsch-Südwestafrika, am Westrande der mittleren Kalahari, 50 *km* von der Grenze von Britisch Betschuanaland Protektorat, gesammelt von Dr. R. Pöch.

Länge des Rückenschildes vom größten Exemplare 203 *mm*, dessen Breite 134 *mm*, Höhe der Schale 97 *mm*; diese Maße verhalten sich beim kleinsten Exemplar wie 160 : 113 : 93.

Bei diesen Individuen ist die Rückenschale gelb und mit zahlreichen, teilweise großen schwarzen Flecken bedeckt, weshalb die Färbung sehr dunkel erscheint. Diese Exemplare bestätigen neuerdings meine Wahrnehmung, welche ich (Sitz. Ber. Ak. Wiss. Wien, Vol. 115, 1906, p. 823) schon einmal her-

vorzuheben Gelegenheit hatte, daß *Testudo pardalis* Bell südlich vom Äquator im allgemeinen auf der Rückenschale ein dunkleres Kolorit zeigt als im nördlichen Teile Afrikas.

Testudo pardalis Bell zeichnet sich durch eine außerordentlich lange Luftröhre und durch sehr lange Bronchien aus, welche darmähnliche Windungen bilden, die teilweise im Lungenparenchym eingebettet sind. Speziell die Luftröhre beschreibt eine so lange Schlinge an der Innenwand des linken Lungenflügels, daß sie sein hinteres Ende erreicht. Diese bisher einzig dastehende Form der Luftwege bei einer Schildkröte wurde von mir in den Sitz. Ber. Ak. Wiss. Wien, Vol. 108, 1899, p. 586, Taf. 3 zuerst beschrieben und abgebildet. Damals handelte es sich um die Luftwege eines Weibchens. Vor kurzem hatte ich Gelegenheit, daraufhin auch ein erwachsenes Männchen zu untersuchen, da zeigte es sich, daß sowohl die Luftröhre als auch die beiden Bronchien noch mehr gewunden und daher länger als beim Weibchen sind. Merkwürdigerweise haben junge Individuen von *Testudo pardalis* Bell noch keinerlei Windungen an diesen Gebilden, sondern Luftröhre und Bronchien verlaufen in gerader Richtung von vorn nach hinten, wie ich mich bei einem Exemplare von 169 *mm* Schalenlänge der Pöch'schen Sammlung überzeugen konnte. Somit entstehen die Windungen sukzessive mit dem Fortschreiten des Wachstums und das Organ erreicht bis zur Zeit der Geschlechtsreife des Tieres seine größte Entwicklung. Daß der Windungsreichtum von Luftröhre und Bronchien mit der Paarung im Zusammenhange steht, dürfte nach dem Gesagten wohl kaum anzuzweifeln sein.

Testudo pardalis Bell hat die ausgedehnteste Verbreitung unter allen Landschildkröten Afrikas. Sie ist nebst *Testudo oculifera* Kuhl die einzige Schildkröte, welche in der Kalahari auf sandigem Terrain vorkommt und von den dortigen Eingebornen, den Buschmännern, nach Dr. R. Pöch „Schildkröte vom Sand“ genannt wird. Daher kommen die Schalen der beiden Arten ausnahmslos zur Anfertigung von Buchutäschchen (Riechpulverbehälter) in dieser Gegend zur Verwendung, wie die zahlreichen Exemplare beweisen, welche Dr. R. Pöch dort gesammelt hat.

4. Testudo geometrica Linné.

Boulenger, Cat. 1889, p. 162. — Siebenrock, Zool. Jahrb. Suppl. Heft 3, 1909, p. 524.

Fünf Schalen von der Missionsstation Amandelbom am Zakflusse, Kapland; Eigentum des zool. Museums der Universität in Halle a. S.

Länge des Rückenschildes vom größten Exemplare 125 *mm*, dessen Breite 92 *mm*, Höhe der Schale 75 *mm*; diese Maße verhalten sich beim kleinsten Exemplare wie 75 : 59 : 44.

In der Zeitschrift der gesamten Naturwissenschaften, N. F., Vol. 1 (35), 1870, p. 542 berichtet Giebel über 39 Panzer der *Testudo geometrica* Linné von der Missionsstation Amandelbom und macht auf die große Veränderlichkeit in der Zeichnung sowie in den Formverhältnissen dieser in Südafrika sehr häufigen Schildkröte aufmerksam, welche glücklicherweise von dem seit einigen Dezennien in der systematischen Naturgeschichte herrschenden wahrhaft dämonischen Eifer der Artenzersplitterung noch nicht ergriffen worden ist. Die darauffolgende kurze Beschreibung der verschiedenen Exemplare erweckte in mir sofort die Vermutung, daß es sich hier unmöglich nur um die einzige Art, *Testudo geometrica* Linné handeln könne, sondern daß mehrere Arten in dieser Sammlung vereinigt sein müssen. Diese meine Annahme hat sich auch bestätigt, als mir 20 Schalen der angeblichen *Testudo geometrica* Linné dank der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. O. Taschenberg zum Vergleiche nach Wien gesendet wurden. Die genannte Anzahl von Schalen besteht tatsächlich aus drei Arten, und zwar aus 5 *Testudo geometrica* Linné, 13 *T. verroxii* Smith und 2 *T. fiskii* Blgr.

Nach den heutigen Anschauungen über den Artbegriff dürfte es wohl keinem Systematiker mehr beifallen, die im Habitus und in der Anordnung des Farbenkleides so heterogenen Schalen, wie diejenigen von der Missionsstation Amandelbom, in eine einzige Art zu vereinigen.

Leider standen drei von 5 Schalen der *Testudo geometrica* Linné als Buchutäschchen in Verwendung, weshalb der Vorderlappen des Plastrons fehlt. Zufälligerweise blieben die

Axillarschilder erhalten, welche für die systematische Beurteilung dieser Art von großer Wichtigkeit sind.

Boulenger, l. c. teilt die Arten der *Geometrica*-Gruppe nach dem Verhalten der Schenkeltuberkel in zwei Gruppen ein. In die erste Gruppe gehören die Arten ohne, in die zweite mit Schenkeltuberkel. Dadurch wird *Testudo oculifera* Kuhl mit einem sehr großen Schenkeltuberkel von *Testudo geometrica* Linné ohne einen solchen systematisch getrennt, obwohl die beiden Arten phylogenetisch sehr nahe verwandt sind.

Schon bei einer früheren Gelegenheit hatte ich (Sitz. Ber. Ak. Wiss. Wien. Vol. 113, 1904, p. 407) auf die Unzulänglichkeit dieser Einteilung hingewiesen. Mittlerweile wurde außerdem noch festgestellt, daß zwei von den drei Arten der ersten Gruppe, bei denen also das Schenkeltuberkel fehlen soll, dasselbe tatsächlich besitzen, nämlich *Testudo verroxii* Smith (Oudemans) und *Testudo trimeni* Blgr. (Werner). Daher müßten die beiden Arten von dieser Gruppe ausgeschieden werden, und es bliebe in ihr somit nur *Testudo geometrica* Linné allein übrig.

Es wurde von mir l. c. der Versuch gemacht, die Arten der *Geometrica*-Gruppe nach dem Verhalten der Axillarschilder unterzuteilen, und zwar stellte ich in die eine Gruppe jene Arten mit einem Axillare, wie *Testudo geometrica* Linné und *Testudo oculifera* Kuhl, in die andere alle übrigen mit zwei Axillaria.

Die Richtigkeit dieser Einteilung wird noch durch ein weiteres Merkmal bestätigt, das ich beim Vergleiche dieser Schildkrötengruppe gefunden zu haben glaube. Bei *Testudo geometrica* Linné und *Testudo oculifera* Kuhl ist nämlich die Vorderfläche des Vorarmes nur teilweise und mit wenigen großen Schuppen an der äußeren Kante bedeckt, bei den Arten der zweiten Gruppe aber die ganze Vorderfläche.

Die Rückenschale von *Testudo geometrica* Linné ist sehr stark konvex, der Vorderrand auffallend breit und in der Mitte tiefwinkelig ausgeschnitten, nicht aufwärts gebogen und nicht oder nur schwach gesägt; Hinterrand nicht oder unbedeutend aufwärts gebogen und schwach, aber deutlich gesägt. Vertebralia mehr oder weniger tuberkelartig erhoben, die zwei ersten schmäler, die zwei folgenden breiter als die entsprechenden

Costalia. Nuchale meistenteils schmal, linear; es kann aber auch dreieckig und hinten fast ebenso breit als lang sein.

Vorderlappen des Plastrons auffallend klein, viel schmäler als der Hinterlappen. Axillarschilder einfach, immer von den Humeralia, mit denen sie zusammenstoßen, durch eine Naht getrennt.

Die Färbung der Rückenschale ist außerordentlich konstant und daher sehr charakteristisch. Die gelben Radien haben nahezu immer dieselbe Breite und Anordnung bei ein und demselben Individuum; sie variieren höchstens in der Zahl auf den einzelnen Schildern. Bisweilen kommt auch eine Ozellenbildung auf den Costalia vor, die aber niemals so klar wie bei *Testudo oculifera* Kuhl wirkt. Junge Exemplare zeigen schon dasselbe Farbenkleid wie die erwachsenen, und dadurch unterscheidet sich diese Art wesentlich von *Testudo oculifera* Kuhl.

Testudo geometrica Linné wurde seit mehr als drei Dezennien nicht mehr gesammelt, obwohl Boulenger (Proc. Zool. Soc. London, 1886, p. 541) berichtet, daß sie auf der Kaphalbinsel gemein sein soll. Selbst Duerden (Rep. Albany Mus. [for. 1906] 1907, p. 9), welcher Schildkröten in den verschiedensten Distrikten des Kaplandes sammeln ließ, erwähnt unter der großen Ausbeute nicht ein einziges Exemplar von *Testudo geometrica* Linné. Daß sie aber auch außerhalb der Kaphalbinsel vorgekommen sein muß, beweisen die fünf Schalen, welche Giebel l. c. von der Missionsstation Amandelbom am Zakflusse erhalten hat.

5. Testudo oculifera Kuhl.

Boulenger, Cat. 1889, p. 165. — Werner, Verh. zool. bot. Ges. Wien, Vol. 52, 1902, p. 341 und Denkschr. med.-naturw. Ges. Jena, Vol. 16, IV, 1910, p, 301. — Siebenrock, Zool. Jahrb., Suppl. Heft 3, 1909, p. 524.

Zwei Schalen von Swakopmund, 43 Exemplare in verschiedenen Altersstadien von ǀOas am Westrande der mittleren Kalahari, Deutsch-Südwestafrika, 50 *km* von der Grenze von Britisch Betschuanaland Protektorat und die Schale eines jungen Exemplares von Kamelslip im ǂNosobtale, südliche Kalahari, gesammelt von Dr. R. Pöch. Außerdem lagen mir

20 Schalen derselben Art von Rietmond, Gibeon, Damaraland in Deutsch-Südwestafrika, Eigentum des Wiesbadener Museums, zum Vergleiche vor.

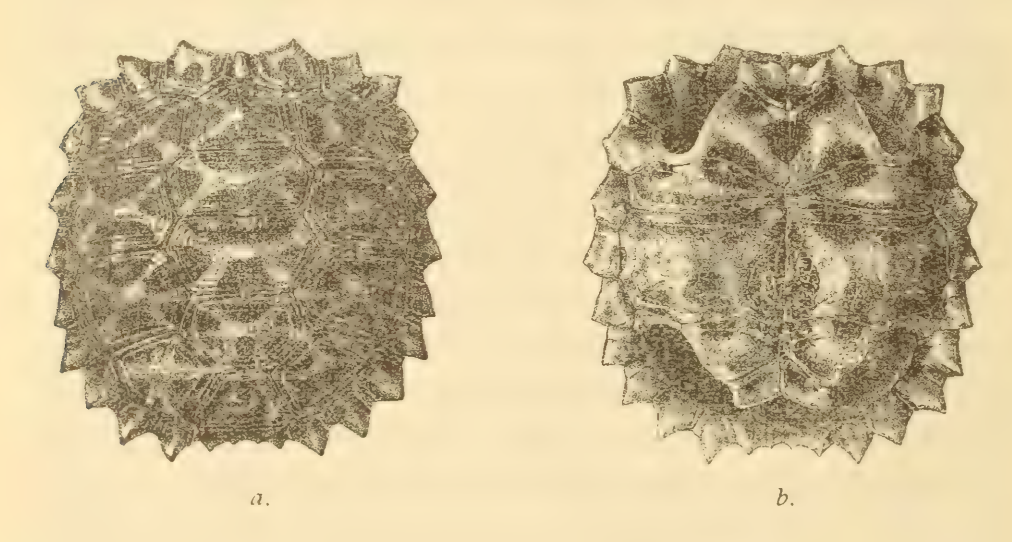
Länge des Rückenschildes vom größten Exemplar, ♀, der Pöch'schen Sammlung 116 *mm*, dessen Breite 82 *mm*, Höhe der Schale 63 *mm*; diese Maße verhalten sich beim kleinsten Exemplar wie 40 : 38 : 20. Die größte Schale, ♀, befindet sich aber unter den Exemplaren des Wiesbadener Museums, von welcher sich die Maße verhalten wie 128 : 95 : 67.

Rückenschale mäßig stark konvex; der Vorderrand schmal, bedeutend schmäler als bei *Testudo geometrica* Linné und in der Mitte gewöhnlich seicht winkelig ausgeschnitten, weil das verhältnismäßig große Nuchale stark vorspringt; Vorderrand stark aufwärtsgebogen und jedes Marginale spitzwinkelig vorragend; Hinterrand ebenfalls stark aufwärts gebogen und noch bedeutender gesägt als der vordere. Vertebralia hauptsächlich bei den Weibchen konisch erhoben, bei den Männchen mehr flach. Erstes Vertebrale immer, zweites meistens breiter oder ebenso breit, drittes und viertes schmäler als die entsprechenden Costalia. Elf, selten zehn Paare Marginalia vorhanden; nur einmal unter 65 Exemplaren konnten 12 Paare Marginalia konstatiert werden; ausnahmsweise ist die Zahl der Marginalia beiderseits auch ungleich, so daß auf der einen Seite zehn und auf der anderen elf vorkommen. Nuchale groß, dreieckig, hinten schmäler als lang; es ragt über den Vorderrand der Schale gewöhnlich stark hervor. Supracaudale beim Männchen nach aus- und vorwärts gekrümmt, beim Weibchen fast senkrecht abfallend.

Vorderlappen des Plastrons beständig breiter als der Hinterlappen. Der äußere Winkel der Femoralschilder springt stark vor, während er bei *Testudo geometrica* Linné über die Kontur des Hinterlappens kaum hervorragt. Plastron beim Männchen im hinteren Teile schwach eingedrückt. Axillarschilder einfach, immer mit den Humeralia verschmolzen. Es dürfte dies der einzige bekannte Fall unter den Schildkröten sein, daß das Axillare durch diese Verbindungsweise mit dem Humerale seine Selbständigkeit eingebüßt hat. Dadurch unterscheidet sich *Testudo oculifera* Kuhl auf den ersten Blick von *Testudo geometrica* Linné. Stirn über der Nase etwas vorgewölbt;

Oberkiefer in der Mitte hakenförmig, mehr oder weniger deutlich trikuspid; Kieferränder stark gesägt. Schenkeltuberkel sehr ungleich entwickelt, ihre verschiedene Größe hängt aber nicht mit dem Geschlechte der Tiere zusammen. Die Männchen sind durchschnittlich kleiner als die Weibchen.

Testudo oculifera Kuhl beherrscht eine sehr bedeutende Variationsbreite in der Anlage des Farbenkleides wie kaum eine andere Art der Gattung *Testudo* Linné. Von den 46 Exemplaren der Pöch'schen Sammlung gleicht kaum eine Schale der anderen vollkommen. Bei manchen Individuen könnte es fast unerklärlich erscheinen, weshalb der Autor das Attribut „*oculifera*“ dieser Schildkröte beigelegt hat.



a. *b.*

Testudo oculifera Kuhl, pull.
Primäres Farbenkleid der Schale.
a. von oben, *b.* von unten.

Das Farbenkleid der Jugendstadien ist außerordentlich einfach und daher grundverschieden von dem erwachsener Tiere, ausgenommen in Fällen, wo die Jugendfärbung zeitlebens erhalten geblieben ist.

Das kleinste Exemplar von 40 *mm* Schalenlänge, an dem die Nabelnarbe auf dem Plastron noch deutlich sichtbar ist und dessen Schilder um die große Areole bloß einen Anwachsstreifen besitzen, zeigt folgendes Farbenkleid.

Grundfarbe der Rückenschale (Textfigur *a*) braun, jeder Schild mit einer dunklen Randzone, welche vom ersten An-

wachsstreifen gebildet wird, umgeben. Auf den drei ersten Vertebralia je vier gelbe Radien vorhanden, welche von der Mitte der Areolen ausstrahlen und ein mehr oder weniger schräges Kreuz bilden. Es ist auf dem ersten Vertebrale am deutlichsten entwickelt, weil die Ecken, zu denen die Radien hinziehen, fast gleichweit vom Mittelpunkte der Areole entfernt sind. Auf dem zweiten und dritten Vertebrale, welche ein quergestelltes Rechteck beziehungsweise Trapez darstellen, besteht das Kreuz aus einem längeren Querbalken, von dem nach vorn und nach hinten kurze Schenkel entspringen. Beim vierten Vertebrale hat eine Vermehrung der gelben Radien um zwei, seiner sechseckigen Form entsprechend, stattgefunden und dadurch ist ein Stern entstanden. In ähnlicher Weise verhält sich das fünfte Vertebrale, nur in umgekehrter Anordnung wie beim vierten, wie es durch seine Form bedingt wird. Daß der Mittelpunkt des Sternes beim fünften Vertebrale sehr groß und mit einem großen braunen Fleck versehen ist, hat prinzipiell keine Bedeutung, denn eine 48*mm* lange Schale besitzt auch auf dem vierten und fünften Vertebrale bloß ein einfaches Kreuz und dies dürfte zur primären Anlage des Farbenkleides gehören. Die aufeinanderfolgenden Kreuze schließen zwischen je zwei angrenzenden Vertebralia mehr oder weniger deutliche Rauten ein, in deren Mitte ein gelblichbrauner Fleck liegt. Dieser ist daher immer auf die dunkelbraune Randzone zweier Nachbarschilder verteilt.

Das Farbenkleid der Costalia ist prinzipiell in der gleichen Weise wie bei den Vertebralia gebildet, nur stehen die Kreuze, der Lage der Schilder entsprechend, nicht quer sondern aufrecht. Auch findet hier häufiger eine Vermehrung der gelben Radien um einen oder zwei statt. Die Marginalia besitzen einen gelben Streifen, welcher von der Spitze nach oben zur vorderen oder hinteren Ecke geht und entweder mit einem oder zwei Radien der Costalia in Verbindung tritt. Das dreieckige Nuchale hat gewöhnlich einen, das Supracaudale zwei gelbe Streifen, letztere Zahl kommt zuweilen auch beim ersten Marginalpaare vor.

Aus diesem primären Farbenkleide von *Testudo oculifera* Kuhl entwickeln sich im Laufe des Wachstums die mannigfachsten Sterne und Ozellen in vielerlei Variationen.

Duerden (Rec. Albany Mus., Vol. 2, 1907, p. 65) hat bei einer Reihe südafrikanischer Schildkröten an der Hand eines zahlreichen Materiales gezeigt, daß das Farbenkleid immer aus einer primären Randzone entsteht und seine spätere Mannigfaltigkeit von der Art und Weise der Zerteilung dieser Randzone abhängt. Ganz dasselbe ist auch bei *Testudo oculifera* Kuhl der Fall. Mit der Vergrößerung der Rückenschale durch die Vermehrung ihrer Anwachsstreifen werden die dunklen Randzonen der Schilder auseinandergerissen. Dadurch entstehen neue gelbe Radien, welche gleichzeitig auch eine Vermehrung der schwarzen Radien bedingen. Sie können natürlicherweise in verschiedenfacher Anzahl bei den einzelnen Individuen auftreten, weil die Zerreißung der Randzonen nicht nach bestimmten Gesetzen stattfindet.

Die Ozellen, welche zwischen dem ersten und fünften Vertebrale und seitlich zwischen dem ersten Costale und fünften Vertebrale liegen, entstehen aus dem zentralen Rautenfleck zweier aufeinander folgender Schilder. Zugleich neigen die benachbarten gelben Radien stark zur Bogenbildung hin und tragen dadurch wesentlich zur Ausgestaltung der Ozellen bei. Diese sind um so deutlicher, je mehr sich der Rautenfleck in die Breite entwickelt oder eine ovale Form annimmt und je vollständiger er von der dunklen Randzone ringförmig umschlossen wird. Dehnt sich der Rautenfleck aber in die Länge aus, so entsteht gewöhnlich ein gelbes Längsband oben und seitlich auf der Rückenschale anstatt der Ozellen, was den Namen »*oculifera*« natürlicherweise nicht zu rechtfertigen imstande wäre. Auch das primäre Farbenkleid erhält sich bei manchen Individuen zeitlebens, welche dann nur nach ihren habituellen Merkmalen richtig erkannt werden können, denn ihr Aussehen ist durchaus nicht »*oculifera*«-ähnlich, wie man es von typischen Exemplaren gewohnt ist.

Die Mannigfaltigkeit des Farbenkleides hängt bei *Testudo oculifera* Kuhl nicht von den verschiedenen Fundorten ab, sondern sie ist rein individueller Natur, wie ich mich an zahlreichen Exemplaren oft bei weit voneinander getrennten Lokalitäten überzeugen konnte.

Das Farbenkleid des Plastrons (Textfigur *b*) weist nicht annähernd eine so große individuelle Verschiedenheit wie die Rückenschale auf, allerdings ist auch die primäre Anlage viel einfacher als bei der letzteren. Auf schmutzig, gelblich weißem Grunde sind große braune Flecken sowohl in der Mittellinie als auch symmetrisch beiderseits auf dem Plastron verteilt. Sie liegen immer auf der Naht zweier Nachbarschilder und ihre Ausdehnung richtet sich meistens nach der Größe der Schilder.

Je ein brauner Fleck befindet sich auf der humerogularen Naht und dazwischen ein unpaariger auf der intergularen. Diese drei Flecken können auch vereinigt sein und dann eine mehr oder weniger symmetrische Figur bilden. Hierauf folgt ein interhumeraler Fleck und hinter diesem beiderseits ein pektorohumeraler. Stark in die Breite gezogen ist beiderseits der pektoroabdominale Fleck und hinter diesem der sehr große, ovale interabdominale, welcher bei noch ganz jungen Individuen die Nabelnarbe einsäumt. Ferner folgt ein paariger femoroabdominaler Fleck und zuletzt ein breiter femoroabdominaler, welcher offenbar aus der Vereinigung dreier Flecken hervorgegangen ist. Schließlich liegt auf der Brücke noch je ein breiter brauner Streifen zwischen dem Pektorale und Abdominale einerseits und den angrenzenden Marginalia anderseits.

Alle diese Flecken und Streifen werden mit dem allmählichen Wachstum des Plastrons an verschiedenen Stellen entzweigerissen und dadurch sowohl gelbe als auch dazwischenliegende dunkle Radien erzeugt. Diese sind desto länger, je mehr Anwachsstreifen um die Areolen entstehen; letztere bleiben immer pigmentlos und senden von ihrer Peripherie die gelben und dunklen Radien nach den verschiedenen Richtungen aus.

Die Zahl der Radien auf dem Plastron variiert bei *Testudo oculifera* Kuhl außerordentlich; sie hängt nicht nur von der Art der Zerreißung, sondern auch von der Ausdehnung der Flecken ab. Sind dieselben schon in ihrer Anlage klein, dann können sich auch nur dunkle Radien bilden und ein solches Plastron sieht sehr licht gefärbt aus; sind die Flecken jedoch groß und intensiv dunkel gefärbt, so entsteht ein zebraartiges Farbenkleid, wie es Duerden l. c., Taf. VIII, Fig. 2 abgebildet hat.

Es ist begreiflich, daß eine Art wie *Testudo oculifera* Kuhl mit bedeutender geographischer Verbreitung und einem großen Individuenreichtum auch eine dementsprechende Variationsbreite ihres Farbenkleides haben muß, während beispielsweise *Testudo trimeni* Bgr. als eine mehr lokalisierte Form diesbezüglich sehr konstant bleibt.

Testudo oculifera Kuhl beherrscht das ausgedehnteste Verbreitungsgebiet unter allen Arten der *Geometrica*-Gruppe. Es erstreckt sich vom Süden des Kaplandes nach Osten bis Jamestown in Transvaal (Duerden), im Westen bis Ondonga in Ovambolande (Boettger) und im zentralen Südafrika über die Wüste Kalahari (Werner, Siebenrock) bis zum Ngami-See (Strauch). Im Kapland dürfte diese Art überall vorkommen, wo ihr die nötigen Existenzbedingungen geboten werden. Außerdem erwähnt Duerden Exemplare vom Modder-River in der Orangefluß-Kolonie.

Ihre Schale steht bei den Buschmännern der mittleren Kalahari nebst der Schale von *Testudo pardalis* Bell am häufigsten als Buchutäschchen in Verwendung. Sie wird nach Dr. R. Pöch zugleich mit der letzteren Art »Schildkröte vom Sand« genannt.

6. Testudo verroxii Smith.

Testudo verreauxii Boulenger, Cat. 1889, p. 163.

Testudo verroxii Siebenrock, Zool. Jahrb., Suppl. Heft 3, 1909, p. 525. — Werner, Denkschr. med.-naturw. Ges. Jena, Vol. 16, IV, 1910, p. 302, Taf. 10, Fig. 15 *a—b* u. 16*a—b*.

Eine Schale, angeblich von den Blaauw-Mountains, westlich von den Zoutpansbergen in Transvaal, von J. Brunnthaler in Cape Town erworben.

Länge des Rückenschildes 126 *mm*, dessen Breite 103 *mm*, Höhe der Schale 75 *mm*.

Außerdem liegen mir 13 Schalen von der Missionsstation Amandelbom am Zakflusse, Kapland, zum Vergleiche vor welche Eigentum des Museums in Halle a. d. S. sind.

Länge der größten Schale 114 *mm*, deren Breite 96 *mm*, ihre Höhe 62 *mm*; diese Maße verhalten sich bei der kleinsten Schale wie 47 : 47 : 23.

Ich habe diese 14 Schalen, welche nach dem allgemeinen Habitus ein und derselben Art angehören, als *Testudo verroxii* Smith bestimmt, obwohl sie sich in mancher Hinsicht, besonders aber in der Färbung sowohl unter sich als auch von den typischen Exemplaren einigermaßen unterscheiden. Daß die Anzahl der gelben Radien auf den Schildern der Rückenschale variiert, hat keine prinzipielle Bedeutung, denn diese Art, von der man noch nicht allzu viele Exemplare kennt, dürfte wohl ebenso gut individuellen Schwankungen unterliegen als andere Arten der *Geometrica*-Gruppe. Allein bei zehn größeren und mittleren Schalen tritt die rotbraune Farbe, welche speziell für *Testudo verroxii* Smith so charakteristisch ist und auch von Werner bei den Schultze'schen Exemplaren namentlich hervorgehoben wird, sehr wenig in den Vordergrund. Spuren davon sind zwar bei jeder der zehn Schalen sichtbar, aber die vorherrschenden Farben bleiben doch dunkelbraun mit gelben Radien. Viel deutlicher treten die rotbraunen Flecken bei den vier kleinsten Schalen auf, weshalb ihre Zugehörigkeit zu *Testudo verroxii* Smith absolut keinen Zweifel aufkommen läßt. Außerdem standen mir zwei typische Schalen des Senckenberg-Museums in Frankfurt a. M. zum Vergleiche zu Gebote, welche die Richtigkeit meiner Beurteilung von genannten vier Schalen vollkommen bestätigen. Da die letzteren habituell mit den zehn anderen Schalen im allgemeinen übereinstimmen, dürften sie wohl alle zur gleichen Art gehören.

Bei der Bestimmung dieser Schalen blieb mir nur die Wahl übrig, sie entweder zu *T. boettgeri* Siebenr. oder zu *T. verroxii* Smith zu stellen. Da sie habituell mit der ersteren Art nicht, mit der letzteren aber ziemlich genau übereinstimmen, entschied ich mich für *Testudo verroxii* Smith. Eine eventuelle Identifizierung mit *T. trimeni* Blgr. war von vorneherein ausgeschlossen, weil die Schalen weder Habitus- noch Färbungsähnlichkeit mit dieser Art aufzuweisen haben.

Zwei Schalen des Hallenser Museums, von denen die größere etwas mehr erhobene Diskoidalschilder besitzt, haben durch ihre geringe Anzahl schmaler, gelber Radien, vier bis sieben auf jedem Schilde, allerdings einige Ähnlichkeit mit *T. trimeni* Blgr. Allein die Längsfurche auf den seitlichen

Marginalia, welche für letztere Art so eminent charakteristisch ist, fehlt hier vollständig. Ferner geht bei *T. trimeni* Blgr. immer nur ein gelber Radius von der Areole des ersten Vertebrale zum vorderen, unpaarigen Winkel, während bei den zwei genannten Schalen zwei Radien an dieser Stelle vorhanden sind, wie es eben bei *Testudo verroxii* Smith gewöhnlich der Fall ist. Endlich haben dieselben auf den Areolen der Diskoidalschilder schwarze Flecken, welche bei *T. trimeni* Blgr. immer fehlen, da die auffallend kleinen Areolen einfach gelb gefärbt sind.

Die Schalen der jungen Tiere sind bei *Testudo verroxii* Smith rings herum gesägt, weil die Marginalia stachelartige Fortsätze so wie die meisten Arten der *Geometrica*-Gruppe besitzen. Diese Fortsätze haben aber eine ganz andere Form als bei *T. oculifera* Kuhl. Sie entspringen bei *Testudo verroxii* Smith so wie sie Werner l. c. von *T. trimeni* Blgr. schildert, als kleine, kurze Spitzen am hinteren Drittel des freien Randes der seitlichen Marginalia, während bei *T. oculifera* Kuhl der ganze Rand in eine große, lange Spitze oder Zacke umgewandelt ist. Also auch hierin unterscheidet sich *T. oculifera* Kuhl von den Arten der II. Untergruppe der *Geometrica*-Schildkröten.

Testudo verroxii Smith lebt nach unseren bisherigen Kenntnissen im Kaplande, im Klein- und Groß-Namalande. Smith nennt sie von den Quellen des Orangeflusses, Oudemans von Jakhalswater, Werner von der Lüderitzbucht und von Kubub, Boettger von Groß-Namaland ohne genauere Fundortsangabe. Daß diese Art auch in Amandelbom am Zakflusse, woher die Schalen des Hallenser Museums stammen, vorkommen dürfte, ist kaum zu bezweifeln; sehr fraglich scheint mir aber der Fundort Blaauw-Mountains in Transvaal zu sein.

7. Testudo smithii Blgr.

Boulenger, Cat. 1889, p. 165. — Siebenrock, Zool. Jahrb., Suppl. Heft 3, 1909, p. 526.

Eine Schale, angeblich von Blaauw-Mountains, westlich von den Zoutpansbergen in Transvaal, erworben von J. Brunnthaler in Cape Town.

Länge der Schale 138 *mm*, deren Breite 104 *mm*, ihre Höhe 75 *mm*.

Die Färbung dieser Schale ist so charakteristisch und stimmt mit Boulengers, l. c., Taf. 4 sowie mit meiner Abbildung (Sitz. Ber. Ak. Wiss. Wien, Vol. 113, 1904, Taf. 3) so genau überein, daß ihre Identität wohl außer Zweifel steht und eine Beschreibung derselben überflüssig erscheint.

Testudo smithii Blgr. kennt man durch Boettger mit Sicherheit nur von Groß-Namaland, denn das Gray'sche Exemplar, welches Boulenger (Proc. Zool. Soc. London, 1886, p. 542) zur Type dieser Art erhoben hat, ist ohne genauere Fundortsangabe. Blaauw-Mountains als Fundort der vorliegenden Schale dürfte ebenso zu bezweifeln sein wie von der Schale der *T. verroxii* Smith.

8. **Testudo bergeri** Lindholm.

Homopus bergeri Lindholm, Jahrb. 59, Nassau. Ver. 1906, p. 348.

Homopus boulengeri Siebenrock (non Duerden), Zool. Jahrb., Suppl. Heft 3, 1909, p. 515.

Testudo bergeri Siebenrock, Zool. Anz., Vol. 34, 1909, p. 623. — Werner, Denkschr. med.-naturw. Ges. Jena, Vol. 16, IV, 1910, p. 304, Taf. 9, Fig. 14*a*—*c*.

Ein Exemplar, ♀, 10 *km* nördlich von Upington, Gordoniadistrikt, Britisch Betschuanaland, gesammelt von Dr. R. Pöch.

Länge des Rückenschildes 102 *mm*, dessen Breite 77 *mm*, Höhe der Schale 47 *mm*.

Rückenschale ziemlich breit und flach, vorn und hinten gleich hoch, zum Unterschied vom Werner'schen Exemplar, dessen Profillinie nach hinten allmählich ansteigt und vom vierten Vertebrale jäh abfällt. Vorderrand der Schale in der Mitte winkelig ausgeschnitten, seitlich abgerundet; bloß die äußere Ecke des ersten Marginale springt über den freien Rand des zweiten Marginale unbedeutend vor. Hinterrand undeutlich gesägt, die zwei letzten Marginalpaare aufwärts gekrümmt; Seitenrand ausgesprochen kantig, nicht abgerundet. Vertebralia, sowie die Diskoidalschilder überhaupt nur wenig gewölbt, die glatten Areolen etwas mehr konvex; bloß auf dem ersten Vertebrale der Längskiel, den auch Werner l. c. erwähnt, angedeutet. Erstes Vertebrale länger als breit, die

übrigen Vertebralia breiter als lang; erstes und zweites Vertebrale schmäler, drittes und viertes ebenso breit als die entsprechenden Costalia. Das erste Costale bildet mit dem zweiten Marginale und mit dem zweiten Vertebrale eine deutliche Naht. Zwischen den Costalia und den Vertebralia eine tiefe Längsfurche vorhanden. Nuchale sehr klein, viereckig, vorn aufwärts gerollt; es ragt über den Schalenausschnitt etwas hervor. Supracaudale stark rück- und abwärts gekrümmt, obwohl dieses Exemplar ein Weibchen ist, am freien Rande schwach eingekerbt, unbedeutend breiter als das fünfte Vertebrale. Seitliche Marginalia von oben deutlich sichtbar, sie bilden mit den Costalia einen Winkel.

Vorderlappen des Plastrons ebenso breit, aber kürzer als der Hinterlappen; beide winkelig ausgeschnitten. Pektorale Mittelnaht auffallend kurz, zweimal in der Länge der gularen enthalten und diese länger als die anale. Die Länge der plastralen Mittelnähte verhält sich wie 11:17:5:32:12:8. Dieselben Maße verhalten sich beim Werner'schen Exemplare wie 14:18:9:40:7:18. Die Unterschiede, welche sich beim Vergleich der beiden Proportionen ergeben, beruhen entweder auf einer Verschiedenheit der Geschlechter oder sie sind individueller Natur. Zwei Axillarschilder jederseits vorhanden, nahezu von gleicher Größe; Inguinalia groß, sie begrenzen den ganzen Hinterrand der Brücke und verbinden sich mit den Femoralschildern.

Kopf klein, Schnauze stark ballonförmig vorgewölbt; vorn mit kleinen, oben mit größeren Schuppen bedeckt, von denen zwei Präfrontalschilder unterschieden werden können. Oberkiefer in der Mitte schwach hakenförmig, trikuspid; eine Mittelkante auf der Alveolarfläche vorhanden; Kieferränder gezähnelt. Vorarme an der Vorderfläche in der ganzen Breite mit großen, imbrikaten Schuppen bedeckt; die fünf Krallen kurz. Ein Schenkeltuberkel vorhanden, mäßig groß, es ist außen von vier kleineren Tuberkeln umgeben; an der Ferse ragen einige lange, schmale Schuppen spornartig hervor; die vier Krallen länger als an den Vordergliedmaßen.

Rückenschale kastanienbraun, die Ränder der Schilder etwas dunkler gefärbt. Die braune Farbe tritt nicht überall mit

gleicher Intensität auf, denn an einigen Stellen, welche aber nicht immer mit den Areolen zusammenfallen, hellt sie sich etwas mehr auf. Plastron lichtgrün, in der Mitte bräunlich. Kopf und Gliedmaßen graubraun, die äußeren Schuppen der beiden Vorarme schön lichtbraun gefärbt.

Testudo bergeri Lindholm gehört, obwohl ihre Rückenschale einfärbig ist und daher der Streifung entbehrt, dennoch zur *Geometrica*-Gruppe. Sie stimmt nach ihren habituellen Merkmalen mit den anderen Arten dieser Gruppe vollkommen überein. Nach der Anzahl der Axillarschilder und den großen, imbrikaten Schuppen auf der ganzen Vorderfläche der Vorarme steht sie der zweiten oder *Tentoria*-Untergruppe phylogenetisch näher als der ersten oder *Geometrica*-Untergruppe s. st. Daher wurde sie von mir (Zool. Anz., Vol. 34, 1909, p. 623) zwischen die beiden Untergruppen eingereiht.

Testudo bergeri Lindholm ist, nach unseren bisherigen Kenntnissen zu schließen, in ihrer Verbreitung auf den Westen von Südafrika beschränkt. Die Type stammt von Gibeon im Groß-Namalande, Werner's Exemplar wurde von Prof. L. Schultze im Hererolande gesammelt und das Pöch'sche in Upington im Gordoniadistrikte. Dort wird sie von der einheimischen Bevölkerung »Schildkröte des harten Feldes« (dem Harde veldt zin Skullpat) genannt, weil sie nur auf steinigem und niemals auf sandigem Terrain anzutreffen ist.

9. **Testudo trimeni** Blgr.

Boulenger, Cat. 1889, p. 163. — Siebenrock, Zool. Jahrb., Suppl. Heft 3. 1909, p. 526. — Werner, Denkschr. med.-naturw. Ges. Jena, Vol. 16, IV, 1910, p. 303, Taf. 11, Fig. 17 *a—c*.

Eine Schale, ♀, von Kamelslip im ǂNosobtale, südliche Kalahari, gesammelt von Dr. R. Pöch.

Länge des Rückenschildes 67 *mm*, dessen Breite 56 *mm*, Höhe der Schale 37 *mm*.

Obwohl diese Schale, welche als Buchutäschchen in Verwendung stand und daher der Vorderlappen des Plastrons entfernt wurde, von einem noch jungen Exemplare stammt, ist die konische Erhebung auf den Vertebralschildern und die Längsfurche auf den seitlichen Marginalia dennoch schon sehr deut-

lich zu sehen. Ebenso weist der unpaarige, gelbe Radius auf dem ersten Vertebrale, welcher zum vorderen, mittleren Winkel hinzieht, auf die Identität dieser Art hin. Das Nuchale ist an dieser Schale von oben nicht, wohl aber von unten sichtbar.

Der Fundort Kamelslip dürfte sehr zweifelhaft sein, denn bisher wurde *Testudo trimeni* Blgr. nur im Westen von Südafrika beobachtet. Duerden erwähnt diese Art von Stellenbosch und Clanwilliam im Kaplande, Werner von Steinkopf in Klein-Namaland und von Keetmanshoop in Groß-Namaland, Boulenger von der Mündung des Orangeflusses und Boettger von Groß-Namaland, ohne genauere Fundortsangabe.

Noch aus einem zweiten Grunde ist der Fundort Kamelslip für diese Schale anzuzweifeln. Dr. R. Pöch hat zahlreiche Buchutäschchen im ‡Nosobtale gesammelt, welche bis auf dieses eine ausnahmslos von *T. pardalis* Bell und *T. oculifera* Kuhl stammen. Wäre *Testudo trimeni* Blgr. dort wirklich endemisch, so müßten sich unbedingt mehr Schalen von dieser Art unter diesen Buchutäschchen befunden haben.

10. Testudo fiskii Blgr.

Boulenger, Cat. 1889, p. 165. — Siebenrock, Zool. Jahrb., Suppl. Heft 3, 1909, p. 527.

Zwei fast gleich große Schalen von der Missionsstation Amandelbom am Zakflusse, Kapland, Eigentum des Museums in Halle a. d. S.

Länge des Rückenschildes 86 *mm*, dessen Breite 70 *mm*, Höhe der Schale 46 *mm*.

Testudo fiskii Blgr. hat so auffallend kleine Vertebralia und dafür desto breitere Costalia, daß sie sich dadurch von allen übrigen Arten der *Geometrica*-Gruppe unterscheiden läßt. Daher halte ich auch Duerdens Annahme (Rec. Albany Mus., Vol. 2, 1907, p. 65), daß *Testudo fiskii* Blgr. bloß eine Varietät von *T. tentoria* Bell sei, für vollkommen ungerechtfertigt. Die beiden Arten haben einen grundverschiedenen Habitus, denn die Schale von *Testudo fiskii* Blgr. ist lang und schmal, diejenige von *T. tentoria* Bell kurz und breit, ganz abgesehen davon, daß ihre Diskoidalschilder sowohl in der Form als auch in den Dimensionen sich sehr unähnlich sehen.

Rückenschild hinten breiter als vorn; Vorderrand in der Mitte seicht winkelig ausgeschnitten, seitlich nicht gesägt; Hinterrand deutlich gesägt und nur wenig aufwärts gekrümmt. Vertebralia tuberkelartig erhoben, auffallend klein, bedeutend schmäler als die entsprechenden Costalia; fünftes Vertebrale am breitesten, breiter als das dritte. Durch dieses letztere Faktum unterscheidet sich *Testudo fiskii* Blgr. abermals von den übrigen Arten der *Geometrica*-Gruppe. Costalia viel weniger als die Vertebralia erhoben, aber sowohl unter sich als auch von den Vertebralia durch tiefe Furchen getrennt. Marginalia rechts zehn, links elf vorhanden, sie bilden mit den Costalia einen deutlichen Winkel. Nuchale minimal; Supracaudale stark vorgewölbt und nach vorn gekrümmt.

Vorderlappen des Plastrons schmäler und ebenso lang als der Hinterlappen. Gulare Mittelnaht kürzer als die anale, pektorale viermal in der humeralen und zweimal in der femoralen enthalten; somit ist die humerale Mittelnaht doppelt so lang als die femorale. Zwei Axillarschilder auf jeder Seite vorhanden, der untere Schild viel größer als der obere; Inguinalia groß, sie begrenzen den ganzen Hinterrand der Brücke und verbinden sich mit den Femoralia.

Rückenschale schwarz mit breiten, strohgelben Radien auf den Diskoidalschildern; das erste Vertebrale besitzt sechs, das zweite und dritte fünf, das vierte sechs und das fünfte neun Radien, von denen aber die hinteren Radien zu einer breiten Querbinde vereinigt sind, an der kleine schwarze Striche am Rande die Trennung andeuten. Die gelben Radien variieren auf den Costalia zwischen sechs und acht. Die schwarzen Radien haben auf den Costalia eine Tendenz zur Bogenbildung; dadurch entstehen die Ozellen in der Mitte zwischen je zwei Nachbarschildern und hufeisenförmige Bogen unter den Areolen.

Plastron strohgelb und in der Mitte bräunlich gefärbt.

Die zweite Schale, welche etwas länger und weniger hoch als die vorhergehende ist, besitzt eine abnorme Färbung.

Der Rückenschild ist strohgelb gefärbt und mit zahlreichen kleinen schwarzen Flecken bedeckt, welche hauptsächlich am Rande der einzelnen Schilder liegen und offenbar

die Enden der schwarzen Radien darstellen, während die Radien selbst nicht zur Entwicklung gelangt sind.

Die habituellen Merkmale dieser Schale stimmen mit denjenigen der vorhergehenden überein, nur die Diskoidalschilder sind etwas weniger tuberkelartig erhoben als bei jener.

Testudo fiskii Blgr., von der bloß wenige Exemplare bis jetzt bekannt sind, lebt ausschließlich in Kapland, wo diese Art in Hopetown (Boulenger), ferner in Prieska, Colesberg, Middelburg, Graaff Reinet und in Springbokfontein (Duerden) gefunden wurde. Da Amandelbom, woher die beiden Schalen stammen, auf der Strecke zwischen Graaff Reinet und Springbokfontein gelegen ist, dürfte auch dieser Fundort kaum anzuzweifeln sein.

Pleurodira.

Gattung: **Pelomedusa** Wagl.

11. **Pelomedusa galeata** Schoepff.

Boulenger, Cat. 1889, p. 197. — Siebenrock, Zool. Jahrb., Suppl. Heft 3, 1909, p. 561. — Werner, Denkschr. med.-naturw. Ges. Jena, Vol. 16, IV, 1910, p. 305.

Vier Exemplare von |Oas am Westrande der mittleren Kalahari, Deutsch-Südwestafrika, 50 *km* von der Grenze von Britisch Betschuanaland Protektorat, gesammelt von Dr. R. Pöch.

Rückenschild vom größten Exemplar 104 *mm*, dessen Breite 83 *mm*, Höhe der Schale 31 *mm*; diese Maße verhalten sich beim kleinsten Exemplar wie 38 : 24 : 14.

Die Pektoralschilder bilden bei den drei größeren Exemplaren eine deutliche Naht, beim kleinsten spitze Winkel, welche sich in der Mittellinie berühren.

Rückenschale bei drei Exemplaren lichtolivengrün, beim vierten braun gefärbt. Das Plastron des letzteren Exemplares hat große gelbe Flecken auf hellbraunem Grunde, während ein anderes Exemplar mit lichtolivengrüner Rückenschale ein ganz dunkelbraunes Plastron besitzt. Der Kopf ist bloß beim kleinsten Exemplar einfach grün gefärbt, bei den drei größeren mit zahlreichen braunen Flecken versehen. Über die große Variations-

breite der Färbung bei *Pelomedusa galeata* Schoepff wurde von mir (Abh. Senckenberg. Ges. Frankfurt, Vol. 27, 1903, p. 255) schon seinerzeit Mitteilung gemacht.

Pelomedusa Wagl. hat die Eigentümlichkeit, daß sich die Fontanellen des Plastrons sehr lange Zeit erhalten. Schon völlig ausgewachsene Tiere besitzen noch eine große Fontanelle an der Stelle, wo früher die Nabelnarbe gewesen ist. Bei der zunächst verwandten Gattung *Sternothaerus* Bell dagegen beginnt das Plastron schon frühzeitig zu verknöchern, und zwar so, daß jede Spur einer Fontanelle verschwindet. Welche Ursache dieser interessanten Erscheinung zu grunde liegen mag, ist noch unbekannt. Jedenfalls hat die Form des Mesoplastrons, welches bei *Pelomedusa* Wagl. sehr kurz ist, bei *Sternothaerus* Bell aber die ganze Breite des Plastrons einnimmt, auf den Verknöcherungsvorgang des Plastrons der *Pelomedusidae* keinen Einfluß, sonst müßte auch *Podocnemis* Wagl. mit kurzem Mesoplastron persistente Fontanellen aufweisen, was nicht der Fall ist. Letztere Gattung verhält sich diesbezüglich genau so wie *Sternothaerus* Bell.

Pelomedusa galeata Schoepff hat neben *Testudo pardalis* Bell die größte Verbreitung unter allen afrikanischen Schildkröten. Sie kommt nicht nur südlich sondern auch nördlich vom Äquator bis zum Sudan vor; außerdem bewohnt sie noch den Westen von Madagaskar. Ob aber *Pelomedusa galeata* Schoepff auch auf der Halbinsel Sinai endemisch sei, woher ein Exemplar des British Museums angeblich stammen soll, erscheint mir sehr zweifelhaft.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. *Homopus boulengeri* Duerden, von oben, in Dreiviertelprofil.

Tafel II.

Fig. 2. *Testudo bergeri* Lindholm, von oben, im Dreiviertelprofil.

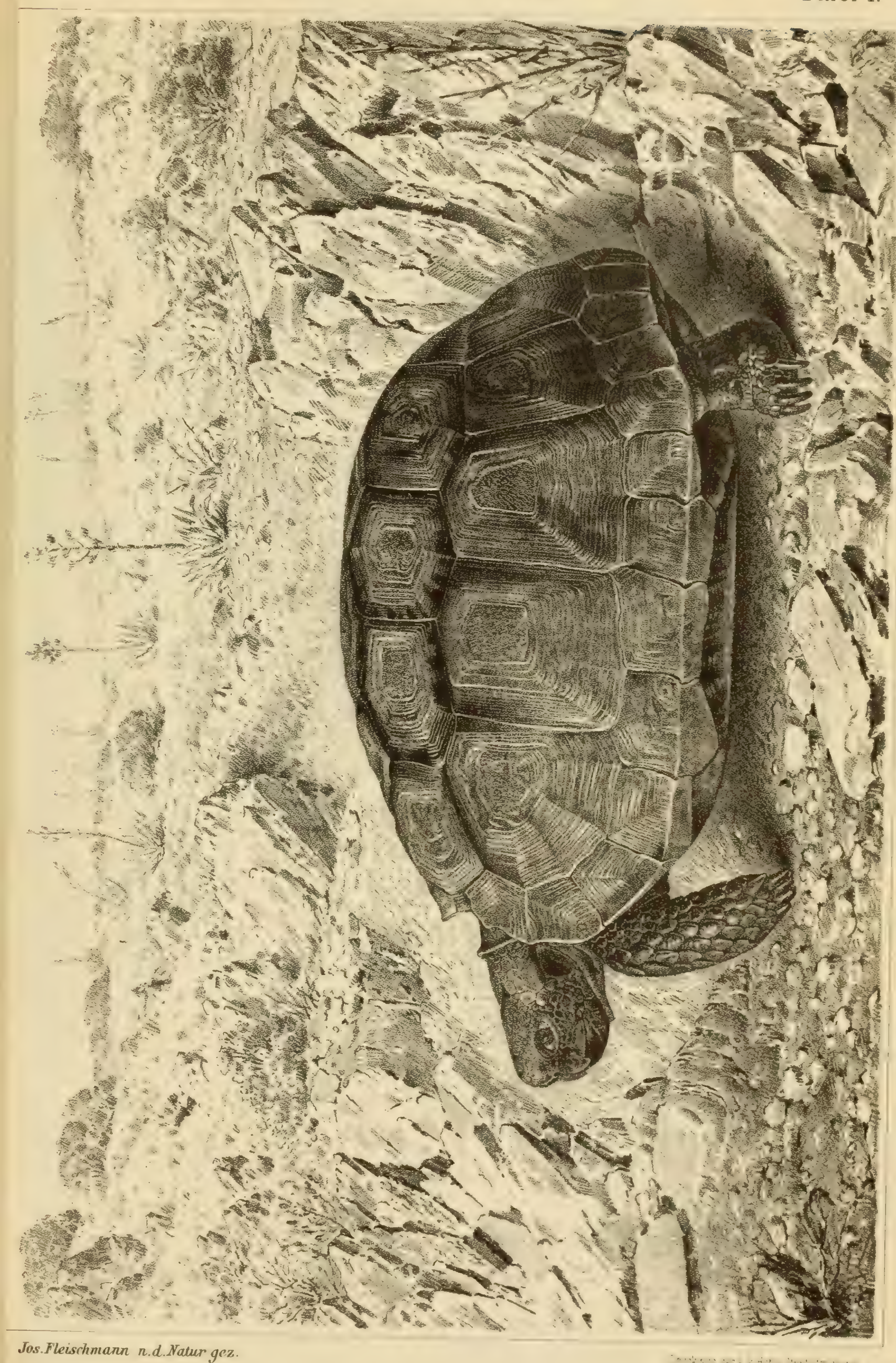
Tafel III.

Fig. 3. *Homopus boulengeri* Duerden, Schale von unten.
» 4. » » » Ei.
» 5. » » » Kopf von oben.
» 6. » » » Vorarm von vorne.

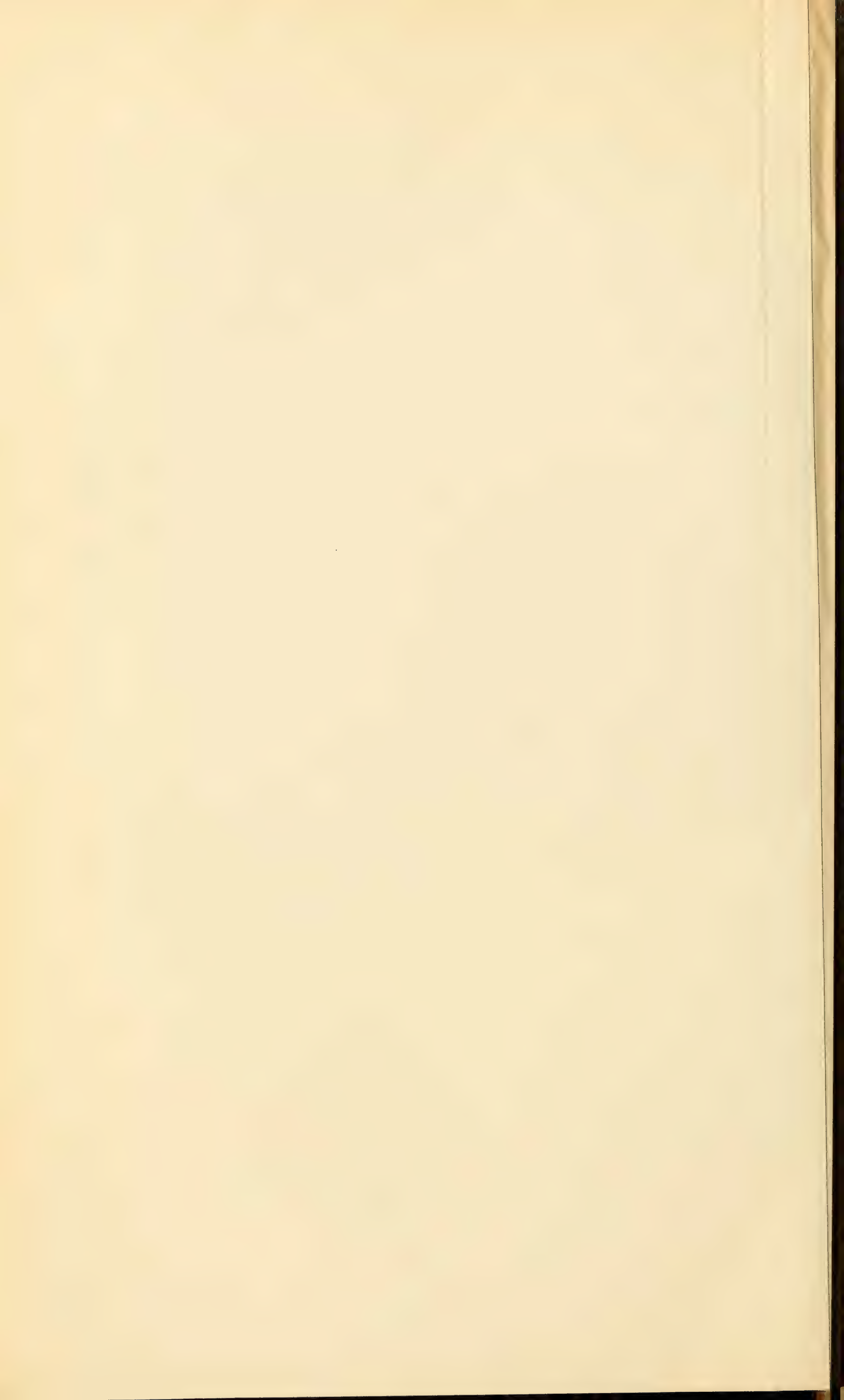
Tafel IV.

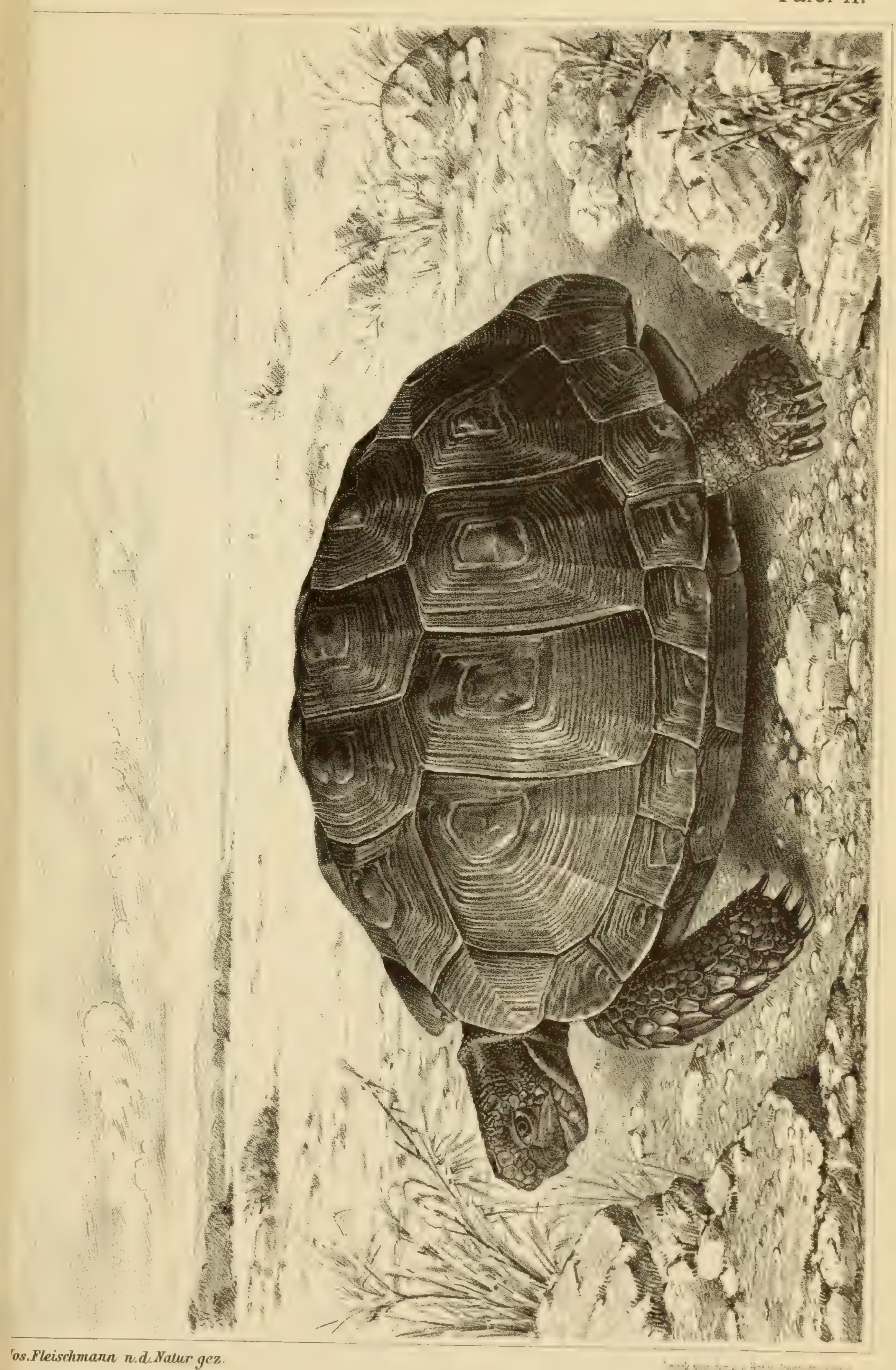
Fig. 7. *Testudo bergeri* Lindholm, Schale von unten.
» 8. » » » Kopf von oben.
» 9. » » » Vorarm von vorne.

Die Figuren sind Originalzeichnungen in natürlicher Größe.

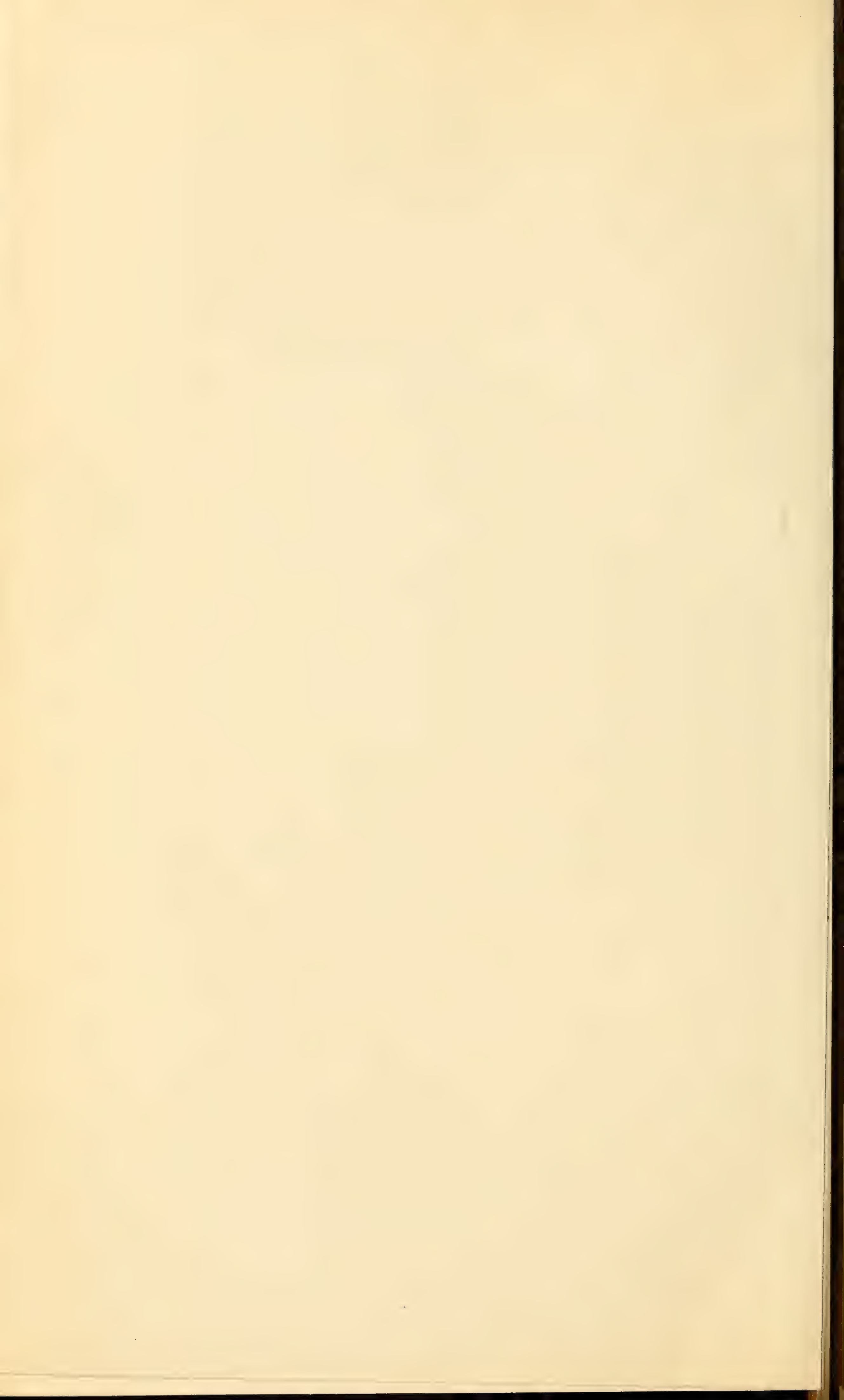


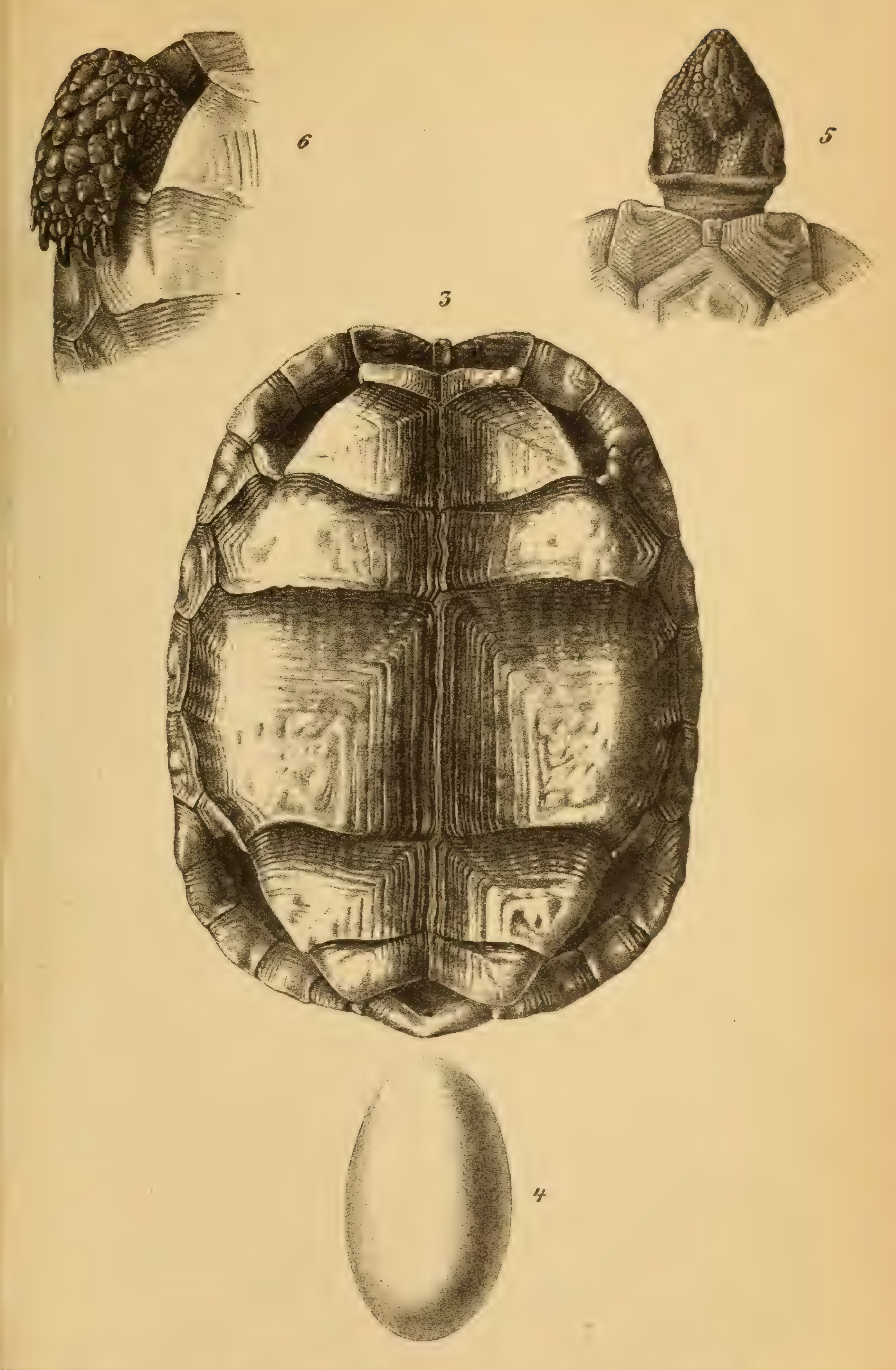
Jos. Fleischmann n. d. Natur gez.

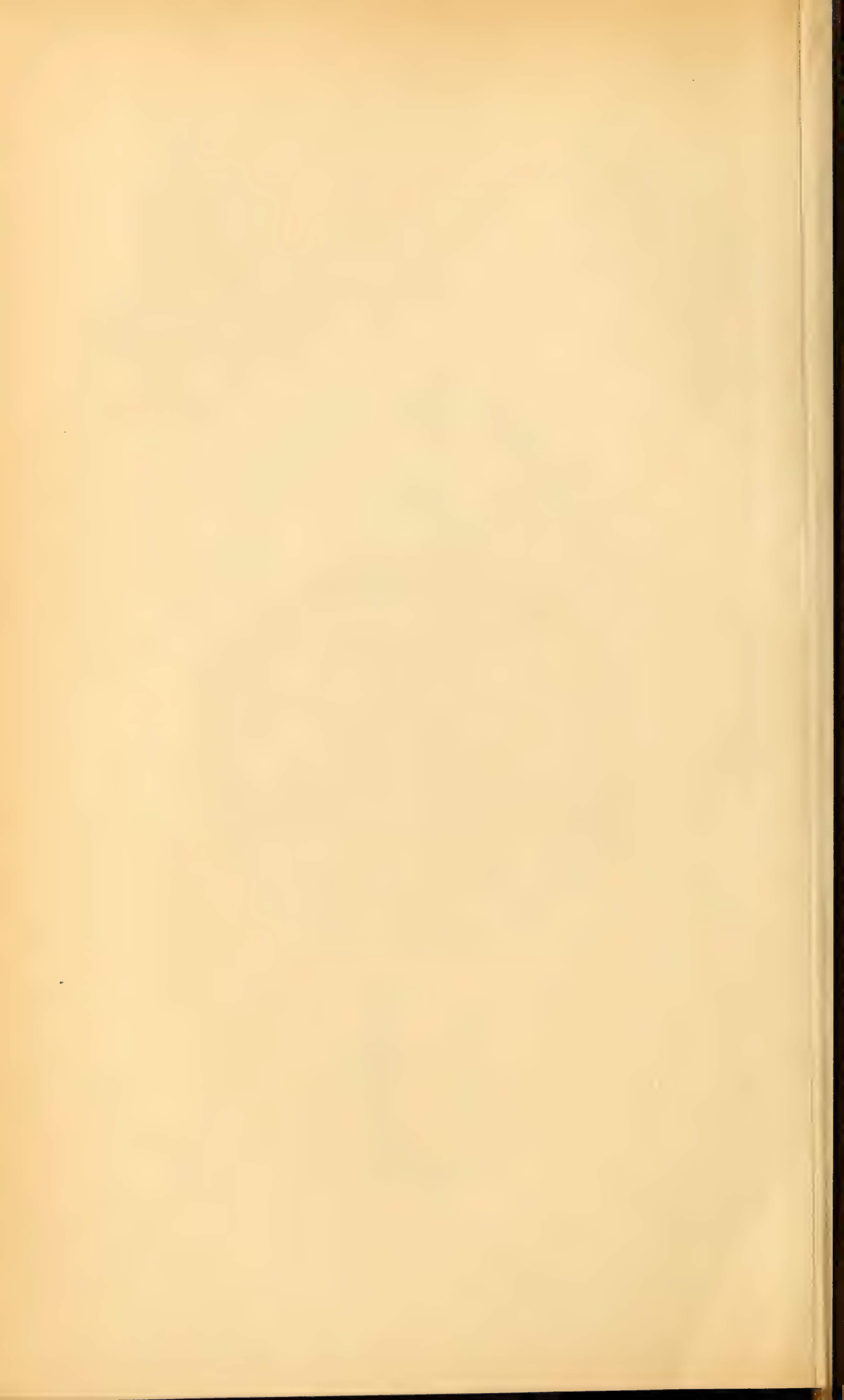


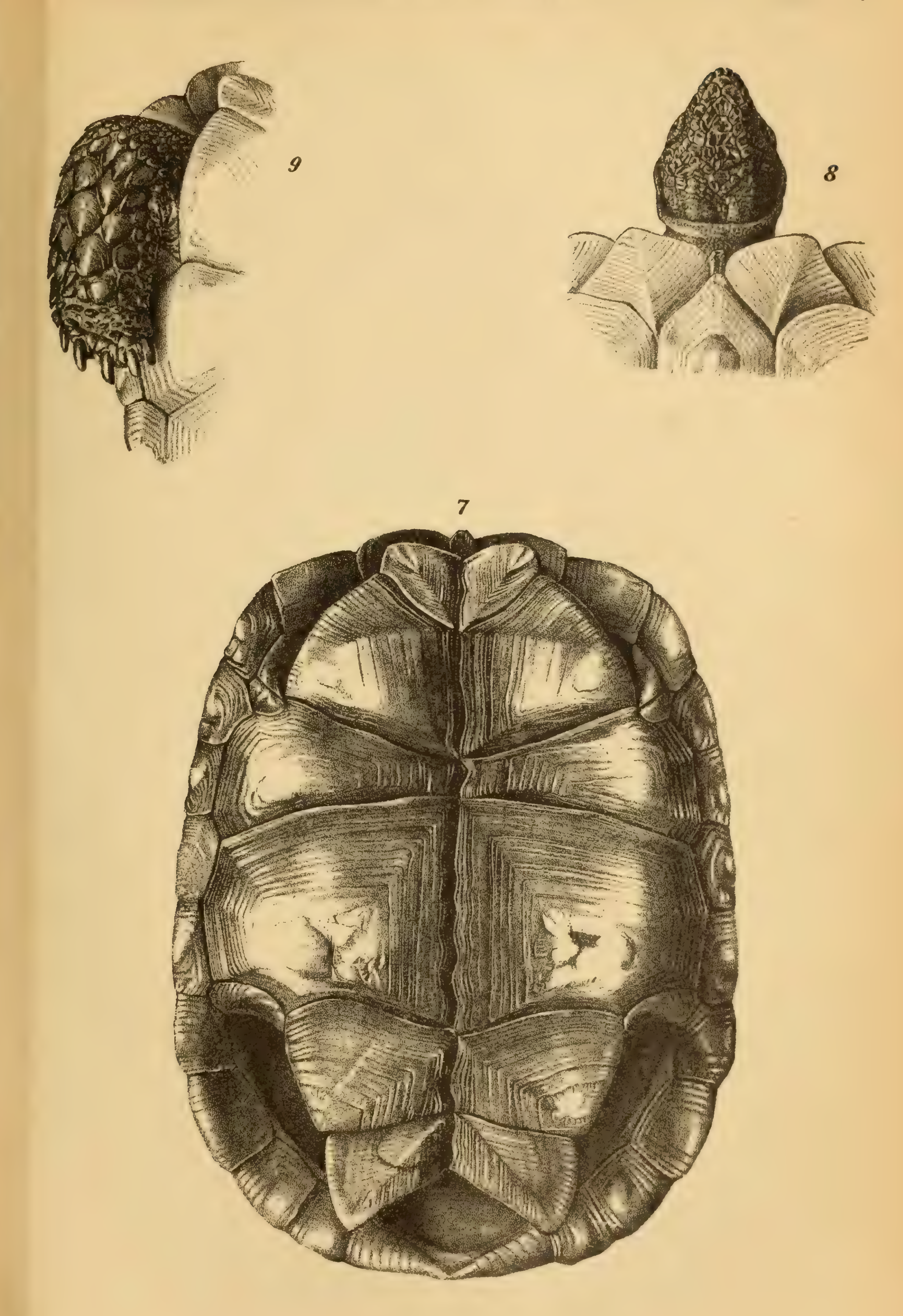


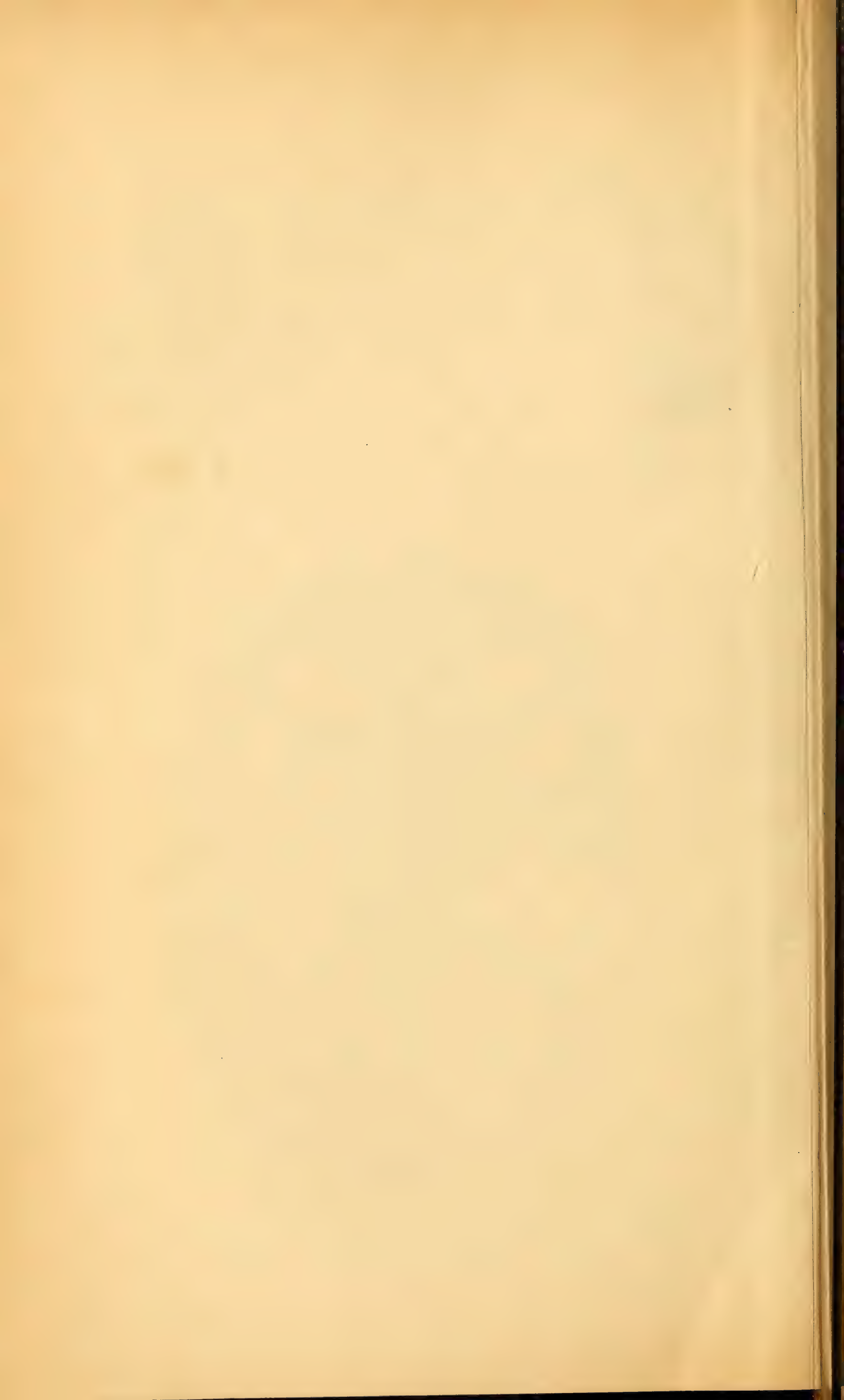
Jos. Fleischmann n. d. Natur gez.




6
5
3
4




9
8
7



Studien über Protoplasmapermeabilität.

Über die Aufnahme der Anilinfarben durch die lebende Zelle und ihre Hemmung durch Elektrolyte

von

Josef Szücs.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität (zweite Folge Nr. 6) und aus der biologischen Versuchsanstalt in Wien (botanische und physikalisch-chemische Abteilung).

(Mit 4 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Juli 1910.

I.

»In den Ionen besitzen wir die wirksamsten Agenzien in den Lebenserscheinungen.«

J. Loeb.

Die Stoffe können ihre direkte Wirkung auf das Plasma ausüben, wenn sie die Hautschicht der Zelle passiert haben, ihre indirekte Wirkung wieder nur dann, wenn sie durch Vermittlung der Hautschicht zur Geltung kommen. Es ist also für die gesamte Physiologie die Kenntnis der chemischen Beschaffenheit der Plasmahaut von großem Interesse.

Bei der Lösung dieser Aufgabe können wir nur indirekte Wege einschlagen, weil die Substanzmenge der Hautschicht so minimal ist, daß sie sich einer direkten Analyse entzieht. Pfeffer[1] (1877) folgert zwar aus mikrochemischen Reaktionen, daß die Plasmahaut eiweißartigen Charakter besitzt. Es bleibt dabei aber immer fraglich, ob die mikrochemische Reaktion

---

[1] Pfeffer, Osmotische Untersuchungen, 1877, p. 141; ferner Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., Bd. II, p. 342; Pfeffer, Plasmahaut und Vacuolen, Abh. d. k. sächsischen Ges. d. Wiss., Bd. 16 (1891), p. 187.

nur von der Hautschicht oder von den ihr anhaftenden Partikeln herrührt.

Quincke[1] (1888) schließt aus der Form der Zelle und aus den physikalischen Eigenschaften dünner Lamellen auf den chemischen Charakter der Plasmahaut. Er sagt: »Die Substanz dieser Membran (Hautschicht des Plasmas) ist eine Flüssigkeit, welche im Wasser Tropfen bildet oder mit Wasser nicht in jedem Verhältnis mischbar ist. Da von allen bekannten Stoffen der organischen Natur nur die Öle diese Eigentümlichkeit zeigen, so muß der Plasmaschlauch aus fettem Öl oder flüssigem Fett bestehen.« Da aber nicht die Hautschicht die Tropfenform der Zelle bestimmt, vielmehr die Plasmahaut die Form des Plasmas annimmt, so fällt mit der Prämisse auch der Schluß. Die Tropfenform der Zelle resultiert aus dem flüssigen Zustand des Plasmas und aus der elastischen Natur der Hautschicht. Zahlreiche Beobachtungen[2] an Grenzschichten von Emulsionskolloiden haben die Bildung von festen Häutchen an denselben erwiesen. Das scheinen auch Gaidukov's[3] ultramikroskopische Beobachtungen an der Grenzschicht vom Protoplasma zu bestätigen.

Overton[4] bestimmte teilweise durch direkte Beobachtung, teilweise mit der plasmolytischen Methode die Permeabilität der Hautschicht; aus der Permeabilität schloß er auf die Löslichkeitsverhältnisse und aus denselben auf den chemischen Charakter der Plasmahaut. So kam er zum Ergebnis, daß sie aus Lipoiden: einem Lezithin-Cholesteringemisch besteht. Die von Overton zu lösende Aufgabe war eine so schwierige, daß sie nicht erschöpfend gelöst werden konnte. Es scheint zwar

---

1 Quincke, Wied. Ann. d. Phys. u. Chem., Bd. 35 (1888), p. 580.

2 Metcalf, Zeitschr. f. phys. Chem., Bd. 52 (1905), p. 1; Rohde, Drud. Ann., Bd. 19 (1906), p. 938: C. Nagel, Ann. d. Phys., Bd. 29 (1909), p. 1029.

3 Gaidukov, Ultramikroskopie und Dunkelfeldbeleuchtung in der Biologie und Medizin, Jena (1910); derselbe, Koll.-Zeitschr., Bd. 6 (1910), p. 260.

4 Overton, Vierteljahrschrift d. naturf. Ges. in Zürich, Bd. 40 (1895), p. 159; derselbe, Bd. 41 (1896), p. 383 (Festschrift); derselbe, Bd. 44 (1899), p. 88; derselbe, Zeitschr. f. physik. Chem., Bd. 22 (1897), p. 189; derselbe, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 34 (1900), p. 669; derselbe, Studien über die Narkose, Jena (1901).

ein Parallelismus zwischen Lipoidlöslichkeit und diosmotischer Aufnahme zu bestehen, aber es ist nicht zu leugnen, daß nach den Untersuchungen von Ruhland[1] auch ein Gegensatz zwischen Lipoidlöslichkeit und der Aufnahme mancher Stoffe vorhanden ist.

Der so häufig gemachte Vorwurf, daß die Overton'sche Theorie die Aufnahme der ernährungsphysiologisch wichtigen Stoffe nicht erklärt, ist unberechtigt, weil Overton mit seiner Theorie nur die Aufnahme der durch Diosmose in die Zelle gelangten Stoffe erklären wollte, für die anderen Stoffe nahm er ein aktives Eingreifen der Zelle, eine sogenannte »adenoide Tätigkeit« an. Höber[2] bezeichnet die adenoide Tätigkeit der Zellen mit einem gutgemeinten, aber unglücklich gewählten Worte als »physiologisch«, gegenüber der »physikalischen«, d. h. der durch Diosmose erfolgenden Aufnahme. Diese Ausdrücke »adenoide Tätigkeit«, »physiologische Permeabilität« scheinen uns im ersten Augenblicke bloße Worte zu sein, die keinen Begriff davon geben, wie alle diejenigen Stoffe, die der Overton'schen Theorie nicht gehorchen, in die Zelle gelangen können. Eine eingehendere Betrachtung hingegen lehrt, daß diese Annahmen in gewissen Tatsachen begründet sind. Ein direkter Beweis dafür, daß ein Stoff auf einem anderen Wege als auf dem diosmotischen (beziehungsweise durch die Löslichkeit in der Hautschicht) in die Zelle gelangt (abgesehen von den Myxomyceten, Amöben etc.), wurde meines Wissens noch nicht erbracht. Es sind zwar viele Tatsachen bekannt, die man durch ein »aktives Eingreifen« der Zelle erklärt hat, aber das spricht noch nicht dafür, daß ein solches Eingreifen tatsächlich vorhanden wäre. Wenn aber auch kein experimenteller Beweis dafür erbracht wurde, kann man die Frage doch bejahend beantworten, und zwar darum, weil außer den Löslichkeitsverhältnissen auch andere mitbestimmende Momente die Permeabilität, beziehungsweise Impermeabilität einer Membran

---

[1] Ruhland, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 46 (1908), p. 1; derselbe, Ber. d. deutschen bot. Ges., Bd. 26 (1908), p. 772; derselbe, Zeitschr. f. Botanik, Bd. 1 (1909).

[2] Höber, Physikalische Chemie der Zelle und Gewebe, Leipzig, 2. Aufl. (1906), p. 178; derselbe, Biochem. Zeitschr., Bd. 20 (1909), p. 56.

bedingen, und zwar sind das Adsorption und chemische Reaktionen, die zwischen der Membran und dem passierenden Stoff stattfinden. Wenn es aber zutrifft, daß auch andere Momente als die Löslichkeit, beziehungsweise Unlöslichkeit in der Hautschicht die Permeabilität, beziehungsweise Impermeabilität bestimmen, so kann man nicht aus der Permeabilität auf die Löslichkeit und aus der Impermeabilität auf die Unlöslichkeit in der Hautschicht Rückschlüsse ziehen. Nach Höber soll darüber, ob eine »physikalische« oder »physiologische« Permeabilität vorliegt, in manchen Fällen die plasmolytische Methode Aufschluß geben. Das mag vielleicht zutreffen, aber Overton[1] benützte zur Aufstellung seiner Theorie die Permeabilität einer großen Zahl solcher Stoffe, die nicht nach der plasmolytischen Methode auf ihre Permeabilität geprüft wurden.

Nach der Overton'schen Theorie sind noch zwei Permeabilitätstheorien aufgestellt worden.

Die anschauliche, aber keinesfalls zutreffende Theorie von A. Nathanson[2] ist eine Ergänzungshypothese der Overton'schen. Hier will ich mich damit nicht näher beschäftigen, weil sie kurze Zeit nach ihrer Entstehung von Ruhland widerlegt wurde.

Die von J. Traube[3] aufgestellte Theorie schreibt der Oberflächenspannung eine entscheidende Rolle bei dem Vorgang der Diosmose zu; sie gibt also keinen Aufschluß über die chemische Beschaffenheit der Plasmahaut. Dadurch, daß Traube seine Theorie auch auf solche Erscheinungen ausdehnen wollte, bei denen die Oberflächenspannung sicher nicht maßgebend ist, brachte er seine ganze Theorie in unverdienten Mißkredit. Es ist sicher, daß der Oberflächenspannung bei der

---

[1] Overton, Z. f. phys. Chem., Bd. 22 (1897), p. 189, ferner Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 34 (1900), p. 669.

[2] A. Nathanson, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 38, p. 241; Bd. 39, p. 607. Einwände bei Ruhland l. c., ferner methodische Einwände bei Jost, Bot. Zeit., Bd. 62 (1904), p. 128.

[3] J. Traube, Pflüg. Arch., Bd. 105, p. 541, 559 (1904). Einwände gegen die Anwendung der Traube'schen Theorie in manchen Fällen. Török, Zentr. für Physiol., Bd. 20 (1906), p. 206.

Diosmose eine größere Rolle zukommt, als man es im allgemeinen heute annimmt. Mit der ablehnenden Haltung gegen die Traube'sche Theorie strich man die Oberflächenspannung unberechtigt aus der Reihe der mitentscheidenden Momente, so daß in den neuesten Arbeiten über Protoplasmapermeabilität die Oberflächenspannung überhaupt nicht oder nur nebenbei berücksichtigt wird.

II. Über die Aufnahme basischer Anilinfarben durch die lebende Zelle und das Grundgesetz der Diffusion von Fick.

Im folgenden Abschnitte soll gezeigt werden, daß die Aufnahme von bestimmten Farbstoffen durch die lebende Zelle nach dem Fick'schen Grundgesetz der Diffusion erfolgt.

Ein Zusammenhang zwischen physiologischer Wirkung und Diffusion [1] wurde oft vermutet und auch vielleicht gezeigt, so z. B. bei der Resorptionsgeschwindigkeit, bei der Giftwirkung usw. Die angestellten Versuche verglichen meistens die Resorbierbarkeit, beziehungsweise die Giftwirkung von verschiedenen Stoffen mit verschiedenen Diffusionskoeffizienten. Wenn sie auch denselben Stoff mit demselben Diffusionskoeffizienten (nur bei verdünnten Lösungen ist der Diffusionskoeffizient konstant) bei verschiedenen Konzentrationen untersuchten, kamen sie nicht zu genau definierbaren Gesetzmäßigkeiten, was auch sehr leicht verständlich ist, weil viele störende Faktoren die Diffusion in nicht kontrollierbarer Weise beeinflussen. Der relativ einfachste Fall der Diffusion ist die Aufnahme gewisser Farbstoffe durch die bestimmten lebenden Zellen.

Meines Wissens wurden bisher noch keine exakten quantitativen Versuche über die Aufnahmsgeschwindigkeit der Farbstofflösungen angestellt. In den Arbeiten von Pfeffer, [2]

---

[1] Siehe diesbezüglich die Hand- und Lehrbücher von Korányi und Richter, Physikalische Chemie und Medizin, 2 Bände, Leipzig 1907 bis 1908; ferner Cohen, Vorträge für Ärzte über physikalische Chemie, II. Aufl. (1906); Höber, Physikalische Chemie der Zelle und Gewebe, II. Aufl., Leipzig (1906).

[2] Pfeffer, Unters. an dem bot. Institut zu Tübingen, Bd. 2 (1886), p. 315.

Heidenhain,[1] Overton,[2] Höber,[3] Ruhland,[4] Robertson[5] finden sich keine genaueren Zeitangaben; die genannten Autoren begnügen sich mit allgemeinen Angaben, wie »Tage«, »Stunden«, »einige Minuten«.

Die durch die lebende Zelle aufgenommene Menge eines und desselben Farbstoffes ist der Konzentration und der Diffusionsdauer proportional:

$$S = k.c.t,$$

wo S die in die Zelle diffundierte Menge des Farbstoffes, c die Konzentration desselben im Außenmedium und t die Zeit bedeutet, die zur Aufnahme der Menge S bei der Konzentration c nötig ist. Dabei ist das Vorhandensein einer einheitlichen Molekülgattung (keine Ionisation und Polymerisation) in der Lösung vorausgesetzt.

Zu den meisten Versuchen benützte ich verschiedene *Spirogyra*-Arten. Die bei einer Versuchsreihe — deren Resultate miteinander verglichen wurden — verwendeten Fäden waren von derselben Art und demselben Fundort. Dieser Umstand war bei meinen Versuchen von großer Bedeutung, weil, wie ich mich öfters überzeugen konnte, verschiedene Individuen, wenn sie auch von derselben *Spirogyra*-Art waren, doch ein qualitativ verschiedenes Verhalten gegen den Farbstoff zeigten, je nach ihrer verschiedenen Vorgeschichte. Ich konnte die individuellen Schwankungen der Zellen nicht ausschalten, aber dadurch, daß ich zu meinen Versuchen Zellen von demselben Fundorte benützt habe, die ich noch vor dem Versuch unter möglichst gleiche Außenbedingungen setzte, ist es mir gelungen, die aus diesem Umstande herrührenden Fehler auf ein Minimum zu reduzieren.

Die so präparierten Fäden wurden unmittelbar vor dem Versuch in destilliertem Wasser sorgfältig ausgewaschen und

[1] Heidenhain, Pflüg. Arch., Bd. 9 (1874), p. 1.

[2] Overton, Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 34 (1900), p. 669.

[3] Höber, Biochem. Zeitschr., Bd. 20 (1909), p. 56; ders. u. Chassin, Koll.-Zeitschr., Bd. 3 (1908), p. 76.

[4] Ruhland, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 46 (1908), p. 1.

[5] Robertson, Journ. of Biolog. Chem., Vol. IV (1908), Nr. 1.

je nach der Empfindlichkeit der betreffenden Art 5 Minuten bis 1 Stunde darin belassen. Der Zweck dieses Auswaschens war, die an den Fäden haftenden Verunreinigungen, und zwar hauptsächlich Elektrolyte, möglichst zu entfernen. Die Entfernung von Elektrolyten ist darum so wichtig, weil, wie wir weiter unten sehen werden, die Elektrolyte einen gewaltigen Einfluß auf die Aufnahmsgeschwindigkeit von Farbstofflösungen haben. Die ausgewaschenen Fäden wurden mittels eines am Ende gebogenen Platindrahtes in die betreffende Farbstofflösung gelegt. Während des Versuches wurde die Farbstofflösung ständig in Bewegung gehalten. Nach einer bestimmten Zeit wurden die Fäden mittels des Platindrahtes aus der Farbstofflösung herausgehoben und in eine hyper-, bei manchen Versuchen in eine hypotonische $Ca(NO_3)_2$-Lösung übertragen. Nach den Versuchen von Pfeffer[1] ist bekannt, daß man den in der Zellulosemembran gespeicherten Farbstoff durch Elektrolytzusatz entfernen kann, und aus beschriebenen Versuchen ist zu ersehen, daß man auch die Farbstoffaufnahme durch die Zelle bei Zusatz von bestimmten Elektrolyten verhindern kann. Bei meinen Versuchen hatte die Übertragung der Fäden in eine $Ca(NO_3)_2$-Lösung den Zweck, jede weitere Farbstoffdiffusion in die Zelle nach Heraushebung derselben aus der Farbstofflösung zu verhindern; wenn man dies unterläßt, so bleibt in der Zellulosemembran noch eine bestimmte Menge von Farbstoff, die nach dem Herausheben des Fadens aus der Farbstofflösung noch weiter eine unbestimmte Zeit hindurch in die Zelle diffundiert. Mit dieser Methode kann man den Diffusionsprozeß nach beliebiger Versuchszeit praktisch momentan abbrechen.

Die Versuchszeit wurde mittels einer Stoppuhr gemessen.

Die meisten Versuche habe ich mit Methylviolett *B* (Grübler'sches Präparat), ein Gemisch der salzsauren Salze von Hexamethylpararosanilin, Pentamethyl- und Tetramethylrosanilin ausgeführt.[2]

---

[1] Pfeffer, Unters. aus dem bot. Institut zu Tübingen, Bd. II, 1886, p. 179.

[2] R. Nietzki, Chemie der organischen Farbstoffe, Berlin 1901, IV. Aufl.

Die Giftigkeit[1] des Methylvioletts kam bei meinen Versuchen wegen der kleinen Versuchsdauer nicht zur Geltung; außerdem wurde der Versuch, lange bevor die Grenze der maximalen Färbbarkeit des Plasmas erreicht war, abgebrochen.

Die Vorteile, die das Methylviolett bei solchen Versuchen gegenüber vielen anderen Farbstoffen besitzt, sind: das Fehlen einer sichtbaren Speicherung in der Zellulosemembran gewisser Zellen bei verhältnismäßig konzentrierten Lösungen. Wie wir sehen werden, spielt das eine große Rolle bei unseren Versuchen, da nämlich die Speicherung eine Adsorption des Farbstoffes durch die Zellulosemembran ist, deren Geschwindigkeit bei einer verhältnismäßig dicken Zellulosemembran in einem anderen Zusammenhang mit der Konzentration des adsorbierten Stoffes (in diesem Falle Methylviolett) steht, wie die Diffusionsgeschwindigkeit mit der Konzentration der diffundierenden Substanzen. Deshalb kompliziert das Vorhandensein einer Adsorption den einfachen Verlauf der Diffusion.

Weitere Details über die Einzelheiten der Versuchsanordnung finden sich bei den einzelnen Versuchen. Die erste Versuchsreihe betraf die Abhängigkeit der Aufnahmsgeschwindigkeit von der Konzentration des Farbstoffes.

Versuchsobjekt: *Spirogyra* (Kultur *A*).[2]

Diffundierende Flüssigkeit: Methylviolett.

Temperatur: 18 bis 20° C. (Da der osmotische Druck auch bei den kolloidalen Farbstofflösungen parallel mit der absoluten Temperatur ansteigt [Bayliss],[3] sind die aus Temperaturschwankungen von 2° C. resultierenden Fehler ganz zu vernachlässigen, denn bei unseren Versuchen wurde der osmotische Druck durch Veränderung der Konzentration des Farbstoffes mindestens auf das Doppelte gesteigert.

[1] Pfeffer, l. c.

[2] Die Resultate der Versuche, die mit aus einer Kultur stammenden Spirogyren gewonnen wurden, sind miteinander vergleichbar, die anderen nicht, darum habe ich neben der *Spirogyra* die Bezeichnung der Kultur angegeben.

[3] Bayliss, Proc. of the Royal Soc. Bd. 81 (1909), p. 269; derselbe, Koll.-Zeitschr., Bd. 6 (1910), p. 23.

Vor dem Versuche wurden die Fäden mit destilliertem Wasser öfters abgespült und 15 Minuten daringelassen. Im Momente, als der Versuch abgebrochen wurde, gab ich die Fäden in eine hypertonische $Ca(NO_3)_2$-Lösung, die bei den Versuchen, deren Resultate miteinander verglichen wurden, immer von derselben Konzentration war. Wenn man das unterläßt, so sind die gewonnenen Resultate miteinander nicht vergleichbar, weil bei stärkerer Konzentration der plasmolysierenden Flüssigkeit sich das Plasma besser kontrahiert, also der Farbstoff innerhalb der Zelle konzentrierter wird wie bei einer solchen Zelle, die nur mit einer verdünnteren Lösung plasmolysiert wurde.

Es wurde die Zeit beobachtet, die nötig war, damit der Farbstoff die Zellen mit einer bestimmten gleichen Intensität färbte. Die gleiche Färbungsintensität wurde durch die Vergleichung der Fäden in mit bestimmter Intensität gefärbten Zellen beurteilt. Die Färbungsintensität war eine willkürlich gewählte, die zeitlich unmittelbar vor dem Auftreten des körnigen Niederschlages im Plasma lag. Da gleich starke Färbung bei jeder Zelle nicht in derselben Zeit eintrat, habe ich bei meinen Versuchen die aus den unvermeidlichen individuellen Schwankungen stammenden Verschiedenheiten in den Beobachtungszeiten in der Weise veranschaulicht, daß ich die angegebenen Versuchsdaten in vier Kolonnen geteilt habe. In der Kolonne I ist die Zeit angegeben, bei welcher bei gegebener Konzentration noch keine einzige Zelle gefärbt war, in Kolonne II, wo einzelne Zellen schon gefärbt waren, in Kolonne III waren schon mehr als die Hälfte der Zellen und in Kolonne IV schon alle gefärbt. Es ist vorgekommen, daß vereinzelte Zellen sich viel später gefärbt haben wie alle anderen, und die hätten die Versuchsdaten stark herausgeschoben und große Beobachtungsfehler verursacht, darum habe ich diese Zellen außer acht gelassen. Mein Hauptaugenmerk habe ich auf Kolonne IV gerichtet. Es wurde zunächst durch einen vorläufigen Versuch annähernd die Zeit ermittelt, in der sich fast alle Zellen färbten. Dann wurden in der Nähe dieses Zeitpunktes mehrere andere Versuche angestellt, um genauer zu ermitteln, wann die gesuchte Färbung eingetreten war.

Tabelle I (Fig. 1, Kurve I).

Konzentration des Methylvioletts in Proz. (c)	I	II	III	IV			Mittelwert t	$c.t$
0·000125	—	$2^m\ 30^s$	$5^m\ 0^s$	$7^m\ 0^s$	$5^m\ 30^s$	$5^m\ 45^s$	$6^m\ 5^s$	0·000760
0·000250	$0^m\ 30^s$	1 30	2 15	2 30	3 0	—	2 45	0·000687
0·000375	—	0 45	1 30	2 0	2 15	2 0	2 5	0·000780
0·000500	—	0 30	0 50	1 15	1 30	—	1 22	0·000680
0·000750	0 08	0 20	0 30	0 40	0 50	0 45	0 45	0·000562
0·00125	—	0 15	0 25	0 35	0 40	0 40	0 38	0·000787

Wie wir sehen, besteht ein einfacher Zusammenhang zwischen der Konzentration des Farbstoffes und der Aufnahmsgeschwindigkeit. Die Aufnahmsgeschwindigkeit ist proportional der Konzentration, d. h. je größer die Konzentration ist, desto kleiner ist die Zeit, die dazu hinreicht, daß die Zellen sich mit gleicher Intensität färben. Das ist aber nichts anderes als die Folge des Elementargesetzes der Diffusion von Fick,[1]

$$S = kqt\frac{dc}{dx},$$

das aussagt, daß S, die diffundierte Menge, proportional ist einem Faktor, dem sogenannten Diffusionskoeffizienten k, der bei demselben Stoff im unveränderten Molekularzustande derselbe ist (nur bei verdünnten Lösungen),[2] q dem Querschnitt des Diffusionsweges, t der Zeit und dem Konzentrationsgefälle $\frac{dc}{dx}$, d. h. dem Konzentrationsunterschied auf einer kleinen Strecke, wo auf dem Diffusionsquerschnitt x die Konzentration c, auf dem Querschnitt $x+dx$ die Konzentration $c+dc$ ist.

In unserem Falle ist S, k und q konstant. Die Größe des Konzentrationsgefälles wird durch die Konzentration des Farb-

1 A. Fick, Pogg., Ann. d. Phys. u. Chemie, Bd. 94 (1855), p. 59.

2 W. Nernst, Zeitschr. f. phys. Chemie, Bd. 2 (1888), p. 612. Sv. Arrhenius, ebenda, Bd. 10 (1892), p. 51.

stoffes im Außenmedium bestimmt und bleibt innerhalb eines Versuches konstant, weil der eingedrungene Farbstoff sofort in osmotisch unwirksamer Form gebunden wird und andrerseits ist die Abnahme der Farbstoffkonzentration außerhalb der Zelle so minimal klein, daß sie vernachlässigt werden kann; infolge dessen ist S, die aufgenommene Farbstoffmenge, gleich

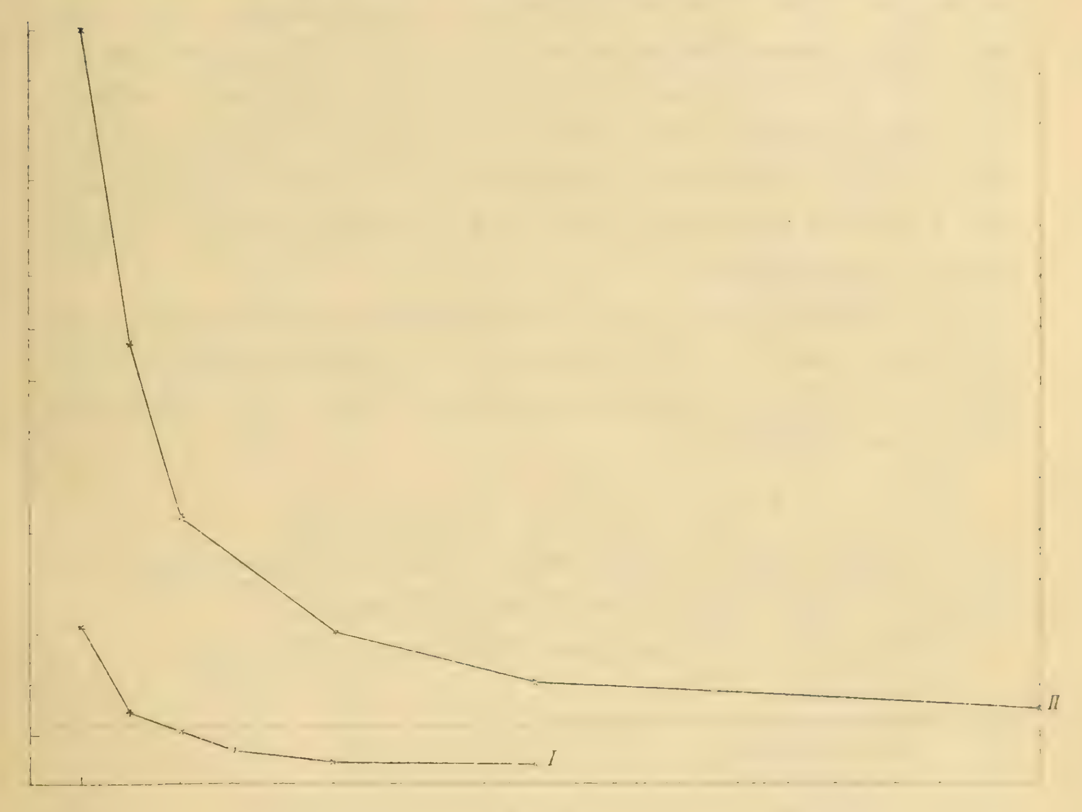


Fig. 1.

Abszisse ist die Konzentration des Methylvioletts in Prozenten.
Ordinate ist die Aufnahmszeit in Minuten.
Kurve I ohne $Ca(NO_3)_2$-Zusatz (siehe Tabelle I).
Kurve II mit $Ca(NO_3)_2$-Zusatz (siehe Tabelle VII).

$c.t$, wo c die Konzentration des Farbstoffes im Außenmedium, t die Zeit in Minuten bedeutet.

Die Diffusionsgeschwindigkeitskurve (Fig. 1) stellt eine gleichseitige Hyperbel dar, deren Assymptoten mit den Koordinatenachsen zusammenfallen, und zwar ist die Abszisse die Konzentration des Farbstoffes, die Ordinate die Zeit in Minuten.

Bei Farbstoffen, wo eine Adsorption des Farbstoffes in der Zellulosemembran stattfindet, gestaltet sich die Aufnahms-

geschwindigkeitskurve anders als bei solchen, wo keine Adsorption vorliegt. Beseitigt man aber die Membranadsorption, so bekommt man der Diffusionsgleichung entsprechende Werte. Solche Versuche habe ich mit Neutralrothydrochlorid bei *Lemna minor* durchgeführt.

Die *Lemna* wurde auf folgende Weise zu den Versuchen vorbereitet. Die Wurzeln habe ich abgeschnitten, die entwurzelten *Lemna*-Exemplare wurden in eine Glaswanne gelegt, wo sich mit Regenwasser überschüttete Gartenerde befand. Die Kalyptrazellen der regenerierten jungen Wurzeln wurden dann zu den Versuchen verwendet. Die Zellen wurden nach dem Versuche immer mit einer stark hypertonischen $Ca(NO_3)_2$-Lösung plasmolysiert.

In Tabelle II sind die Werte angegeben für den Fall, bei dem eine Adsorption des salzsauren Neutralrotes stattfindet. In Tabelle III ist die Speicherung durch Zusatz von OH-Ionen vermieden (Ruhland).

Tabelle II (Fig. 2, Kurve II).

Versuchsobjekt: *Lemna minor* (befand sich vor dem Versuch eine Stunde lang in destilliertem Wasser).

Diffundierende Flüssigkeit: Neutralrothydrochlorid

Temperatur: 19° C.

Nummer	Konzentration des Neutralrothydrochlorids in Prozenten *(c)*	I	II	III	IV *(t)*	*c.t*
1	0·0002	5m 0s	7m 0s	10m 0s	12m 0s	0·0024
2	0·001	—	1 30	2 30	3 0	0·003
3	0·002	—	0 30	1 20	1 45	0·0035

Die in Kolonne IV angegebenen Versuchsdaten sind als Mittelwert von mindestens 10 Versuchen gewonnen.

Wenn eine Speicherung des Farbstoffes in der Zellulosemembran vorhanden ist, so gibt das Produkt Konzentration—Zeit *(c.t)* keinen konstanten Wert, vielmehr nimmt derselbe mit steigender Konzentration des Farbstoffes zu.

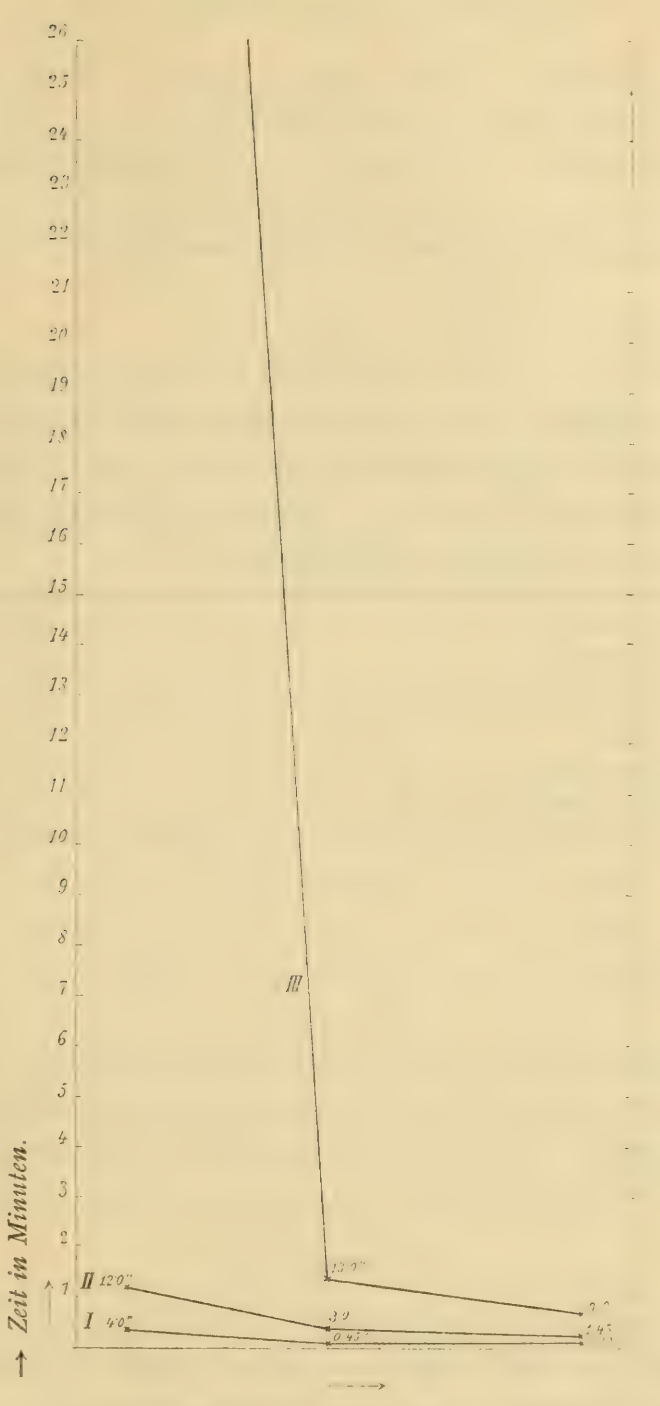


Fig. 2.

Kurve I (siehe Tabelle III),
Kurve II (siehe Tabelle II),
Kurve III (siehe Tabelle XI).

Tabelle III (Fig. 2, Kurve I).

Versuchsobjekt: *Lemna minor* (befand sich vor dem Versuch eine Stunde lang in destilliertem H_2O.

Diffundierende Flüssigkeit: Neutralrothydrochlorid + NaOH.

Endgültige Konzentration des zugesetzten NaOH = 0·005-normal.

Temperatur: 19° C.

Das Produkt liefert annähernd konstante (unregelmäßig veränderte) Werte, was auch aus den großen Versuchsfehlern bei so kleinen Aufnahmszeiten und aus der Trübung der Farbstofflösung bei Versuch 3 infolge der Bildung der schwerlöslichen Neutralrotbase verständlich ist.

Nummer	Konzentration des Neutralrots in Proz., aufgelöst in einer 0·005 norm. NaOH-Lösung	I	II	III	IV	*c.t*
1	0·0002	—	1m 30s	3m 0s	4m 0s	0·0008
2	0·001	—	—	0 30	0 45	0·00075
3	0·002	—	—	—	0 30	0·0010

Genauere Versuche bei kleinen Aufnahmszeiten kann man mit *Spirogyra* durchführen, wo es sich ebenfalls ergab, daß das Diffusionsgesetz nach der Beseitigung der Speicherung in der Zellulosemembran gültig ist.

Tabelle IV.

Versuchsobjekt: *Spirogyra* (Kultur *B*).

Dieselbe befand sich vor dem Versuch 15 Minuten in destilliertem Wasser.

Diffundierende Flüssigkeit: Neutralrothydrochlorid + NaOH.

Endgültige Konzentration des zugesetzten NaOH = 0·002-normal.

Temperatur: 21° C.

Konzentration des Neutralrots in Prozenten, aufgelöst in einer 0·002 norm. NaOH-Lösung	I	II	III	IV		Mittelwert	c.t
0·0001	2m 0s	3m 0s	4m 0s	4m 30s	5m 0s	4m 45s	0·000475
0·0002	—	1 0	1 30	2 30	2 0	2 15	0·000450
0·001	—	0 15	0 20	0 30	0 30	0 30	0·000500

Wie wir aus den in Tabelle II und III gegebenen Versuchsdaten ersehen, wirkt die Adsorption durch die Zellulosemembran verzögernd auf die Diffusion des Farbstoffes, wie das auch schon Pfeffer[1] und Ruhland[2] beobachtet hat.

Konzentration des Neutralrots in Prozenten	Aufnahmszeit ohne NaOH-Zusatz	Aufnahmszeit bei NaOH-Zusatz	Differenz
0·0002	12m 0s	4m 0s	8m 0s
0·001	3 0	0 45	2 15
0·002	1 45	0 30	1 15

Jedenfalls geben diese Zahlen nicht die absolute Größe der Hemmung durch Adsorption in der Zellulosemembran an, und zwar darum nicht, weil bei Gegenwart von OH-Ionen die Plasmahaut für basische Farbstoffe mehr permeabel ist wie im normalen Zustand. Diesbezügliche Versuche werden in einer demnächst zu veröffentlichenden Arbeit ausführlich behandelt werden.

Hier sei bemerkt, daß die in Tabelle II und III gegebenen Versuchsresultate in Widerspruch sind mit ähnlichen Versuchen von Ruhland.[3] Der genannte Forscher fand, daß kein Unterschied im Eindringen der Neutralrotbase und des salzsauren Salzes bestehe, und doch gibt er merkwürdigerweise eine wenn

---

[1] Pfeffer, Unters. aus dem bot. Inst. zu Tübingen. Bd. II (1886), p. 179.

[2] Ruhland, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 46 (1908), p. 1; derselbe, Ber. d. deutschen bot. Ges., Bd. 26 (1909), p. 772.

[3] Ruhland, l. c.

auch nur teilweise zutreffende Erklärung über die Ursachen der von mir beobachteten Unterschiede in der Aufnahmsgeschwindigkeit der obgenannten zwei Stoffe. Die Versuchsanordnung bei Ruhland war eine andere wie die obige. Ich habe die Versuche nach dem der Ruhland'schen wiederholt, aber ich fand stets einen unverkennbaren Unterschied im Eindringen der zwei Stoffe.

Nach den Versuchen von Rohde,[1] Krafft[2] und L. Michaelis[3] ist bekannt, daß das Methylviolett ein Emulsionskolloid ist. Nach den bisherigen kolloidchemischen Versuchen war es noch zweifelhaft, ob die Kolloide das Elementargesetz der Diffussion befolgen (innerhalb bestimmter Grenzen). Die Versuche von Duclaux[4] zeigten, daß der osmotische Druck von Kupferferrocyanid, Eisenhydroxid und Thorhydrat nicht proportional mit der Konzentration steigt. Wenn keine Versuchsfehler[5] bei diesen Versuchen vorliegen würden, dann wären sie ein Beweis dafür, daß die Kolloide dem van 't Hoff'schen Gesetz nicht folgen; und wenn das van 't Hoff'sche Gesetz bei den Kolloiden keine Gültigkeit hätte, so würde daraus selbstverständlich folgen, daß das Fick'sche Gesetz der Diffusion für sie nicht gelten kann. Hingegen zeigte W. M. Bayliss in jüngster Zeit in einer ausgezeichneten Arbeit, daß der osmotische Druck des kolloidalen Kongorots innerhalb der untersuchten Konzentrationen (0·07 bis 1 %) proportional mit der Konzentration steigt; somit wurde auch wahrscheinlich gemacht, daß auch die Kolloide bei ihrer Diffusion die Gesetze der nichtkolloidalen Lösungen befolgen können. Unsere Versuche stehen also in keinem Widerspruch mit den Erfahrungen der Kolloidchemie.

---

[1] Rohde, l. c., p. 938.

[2] Krafft, Berl. Ber., Bd. 32 (1899), p. 1611.

[3] L. Michaelis, Virch. Arch. f. Anat. u. Physiol., Bd. 179 (1905), p. 195; siehe auch Freundlich und Neumann, Koll.-Zeitschr., Bd. 3 (1908), p. 80.

[4] Die Zusammenfassung der Arbeiten von Duclaux über den osmotischen Druck kolloidaler Lösungen, Koll.-Zeitschr., Bd. 3 (1908), p. 126.

[5] Einwände siehe auch bei Lottermoser, Zeitschr. f. phys. Chem., Bd. 60 (1907), p. 458 und in den dort zitierten Arbeiten.

[6] W. M. Bayliss, l. c.

III. Über die Hemmung der Aufnahme basischer Farbstoffe bei Gegenwart von Elektrolyten.

Die bisherigen Theorien über die chemische Beschaffenheit der Plasmahaut sind auf deren physikalische Eigenschaften gegründet. Es ist eine ebenso naheliegende und dankbare Aufgabe, die chemischen Änderungen der Plasmahaut, die sie unter Einwirkung verschiedener Agenzien erleidet, zu untersuchen. Die chemischen, beziehungsweise physikalischen Änderungen in der Plasmahaut kann man mit der Prüfung der Permeabilitätsänderung derselben kontrollieren. In den folgenden zu diesem Zwecke angestellten Versuchen wird der Einfluß von Elektrolyten auf die Aufnahmsgeschwindigkeit von basischen Farbstofflösungen untersucht. (Siehe die Tabelle der orientierenden Untersuchungen auf p. 754.)

Die Wirkung der untersuchten Elektrolyte ist nur grob vergleichbar. Wie wir sehen, steigt die verzögernde Wirkung der Elektrolyte auf die Aufnahmsgeschwindigkeit der Farbstofflösungen stark mit der Wertigkeit des Kations.

Dasselbe Verhalten der Elektrolyte finden wir wieder bei der Hemmung der Aufnahme von $FeSO_4$ bei Gegenwart von Elektrolyten. Bekanntlich ist das Eindringen des $FeSO_4$ in die *Spirogyra*-Zelle an der Bildung der blauen Gerbsäureeisenverbindung erkennbar. Benecke[1] beobachtete, daß bei Zusatz eines Ca-Salzes die blaue Färbung später eintritt als bei Abwesenheit desselben. Es ist mir gelungen, die Benecke'schen Versuche nicht nur zu bestätigen, sondern ich fand auch, daß Elektrolyte mit anderen Kationen wie Ca qualitativ dieselbe hemmende Wirkung ausüben. Und zwar steigt die hemmende Wirkung stark mit der Wertigkeit des Kations. Einen zahlenmäßigen Ausdruck der Hemmungsgröße konnte ich nicht geben, weil die Zellen sehr große individuelle Schwankungen zeigten. Jedoch war der große quantitative Unterschied in der Hemmungsgröße von Kationen mit verschiedener Wertigkeit unverkennbar. Es sei bemerkt, daß bei diesen Versuchen keine Rede von einer Entgiftung sein kann, weil die *Spirogyra*-Zellen beim Eintreten der Gerbsäureeisenreaktion durchwegs schon tot waren.

---

[1] Benecke, Ber. d. deutschen bot. Ges., Bd. 25 (1907), Heft 6.

Orientierende Untersuchungen.

Versuchsobjekt: *Spirogyra* (Kultur *C*). Temperatur 17 bis 20° C.

Konzentration des Methylvioletts = 0·00012%

Elekrolyt →	$NaNO_3$					KNO_3				$NaCl$			
Konzentration des Elektrolyten in normalen	0·0	0·0025	0·0125	0·0625	0·125	0·0025	0·0125	0·0625	0·125	0·0025	0·0125	0·0625	0·125
I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	10^m 0^s	10^m 0^s	12^m 0^s	12^m 0^s	13^m 0^s	10^m 0^s	10^m 0^s	15^m 0^s	15^m 0^s	10^m 0^s	10^m 0^s	15^m 0^s	15^m 0^s
III	15 0	15 0	26 0	26 0	30 0	15 0	20 0	25 0	25 0	20 0	25 0	25 0	25 0
IV	**24 0**	**27 0**	**30 0**	**29 0**	**32 0**	**26 0**	**28 0**	**30 0**	**30 0**	**26 0**	**29 0**	**30 0**	**30 0**?
Elektrolyt →	$Ca(NO_3)_2$					$Mg(NO_3)_2$							
I	—	—	35^m 0^s	80^m 0^s	100^m 0^s	15^m 0^s	25^m 0^s	80^m 0^s	115^m 0^s				
II	10^m 0^s	25^m 0^s	75 0	105 0	—	—	46 0	115 0	160 0				
III	15 0	35 0	155 0	250 0	300 0	32 0	90 0	†	†				
IV	**23 0**	**45 0**	[1] †	†	†	**40 0**	†	†	†				
Elektrolyt →	$AlCl_3$					$FeCl_3$							
I	—	160^m 0^s	170^m 0^s	170^m 0^s	170^m 0^s	220^m 0^s	220^m 0^s	180^m 0^s	110^m 0^s				
II	10^m 0^s	†	†	†	†	†	†	†	†				
III	15 0	†	†	†	†	†	†	†	†				
IV	25 0	†	†	†	†	†	†	†	†				

[1] † bedeutet, daß die Zellen früher abgestorben sind, bevor sie sich färbten.

Die hemmende Wirkung der Elektrolyte auf die Aufnahmsgeschwindigkeit von Farbstofflösungen kann ihren Hauptangriffspunkt entweder in dem Farbstoff oder im Plasma haben. Das basische Methylviolett ist positiv elektrisch geladen; bei den positiv geladenen Kolloiden tritt die Wirkung des Kations stark in den Hintergrund gegenüber der des Anions; also ist es nicht wahrscheinlich, daß die Hauptwirkung auf den Farbstoff gerichtet ist. Die Fällungskonzentration bei der Fällung des Methylvioletts ist für KNO_3, $Ca(NO_3)_2$ und $Al(NO_3)_3$ annähernd dieselbe; damit muß aber auch die assoziierende Wirkung derselben Stoffe auf das Methylviolett annähernd die gleiche sein. Wenn die assoziierende Wirkung der genannten drei Stoffe dieselbe ist, so müssen sie einen gleichen Abfall der Molekülkonzentration der Farbstofflösung bewirken. Da die Geschwindigkeit der Diffusion der Größe des Konzentrationsgefälles des diffundierenden Stoffes proportional ist und das Konzentrationsgefälle von dem Unterschied der Molekülzahl auf dem Diffusionsweg abhängig ist, so bewirkt eine Assoziation eine Verminderung der Molekülzahl, d. h. das Konzentrationsgefälle in der Richtung zur Zelle wird kleiner, die Diffusionsgeschwindigkeit nimmt ab, also die Ursache der Hemmung bei der Aufnahme des Methylvioletts durch die lebende Zelle kann nicht auf die Bildung von Molekülaggregaten, d. h. auf den Abfall der Molekülkonzentration der Farbstofflösung zurückgeführt werden.

Daß der Hauptangriffspunkt des Elektrolyten im Protoplasma liegt, ergibt sich noch klarer aus dem folgenden Versuche.

Gibt man die durch öfteres Zentrifugieren mit destilliertem Wasser ausgewaschene gewöhnliche Preßhefe in eine Neutralrotlösung (0·005 %), so färben sich schon die meisten Zellen in einigen Minuten, andere aber selbst auch nach einer längeren Zeit nicht. Wird in einem Parallelversuch der Neutralrotlösung von gleicher Konzentration eine $AlCl_3$-Lösung hinzugefügt, deren Konzentration in der Mischung 0·1 normal beträgt, so tritt eine Färbung selbst in 2 Tagen erst in vereinzelten Zellen auf. Ob die Zellen nach diesen Versuchen lebten oder nicht, wurde nicht untersucht und es war dies auch für meinen Zweck in diesem Falle ganz gleichgültig.

Wenn wir z. B. annehmen, daß das Neutralrot (0·005%) ohne $AlCl_3$-Zusatz in 10 Minuten in die Hefezelle eingedrungen ist (tatsächlich aber schon früher), bei $AlCl_3$-Zusatz aber erst in zirka 48 Stunden (tatsächlich noch später), so kann man unter der Voraussetzung, daß nur eine osmotische Wirkung des $AlCl_3$ auf das Neutralrot vorliegt, aus den Veränderungen des Diffusionskoeffizienten auf die Veränderungen des Molekulargewichtes Schlüsse ziehen.

Es ist eine empirische Formel angegeben worden für den Zusammenhang zwischen Molekulargewicht und Diffusionskoeffizienten:[1]

$$M = \frac{59 \cdot 2}{k^2}, \qquad (1)$$

wo M das Molekulargewicht, k den Diffusionskoeffizienten des diffundierenden Stoffes bedeutet. Nehmen wir an, daß das Molekulargewicht von Neutralrot seiner einfachen Formel entspricht (wenn es auch vielleicht nicht zutrifft, was nur zugunsten unserer Überlegungen sprechen würde) und gleich ist 302·5, dann ist

$$k^2 = \frac{59 \cdot 2}{302 \cdot 5} = 0 \cdot 195.$$

Den Diffusionskoeffizienten, dessen Diffusionsmedium das Plasma ist, wollen wir als »Plasmadiffusionskoeffizienten« bezeichnen. Wir können den absoluten Wert des Plasmadiffusionskoeffizienten nicht angeben; dagegen sind wir in der Lage, aus den Verschiedenheiten in den Aufnahmszeiten bei und ohne $AlCl_3$-Zusatz auf die Veränderung des Plasmadiffusionskoeffizienten Schlüsse zu ziehen. Aus der Veränderung des Diffusionskoeffizienten können wir die Größe des Molekulargewichtes von Neutralrot bei $AlCl_3$-Zusatz berechnen.

Berechnen wir die ins Protoplasma diffundierte Farbstoffmenge als 1, so ist, da

$$S = x . c . t:$$
$$1 = x . 0 \cdot 005 . 10$$
$$x = 20,$$

[1] R. Herzog, Koll.-Zeitschr., Bd. III, p. 83.

wo x einen Wert angibt, aus dessen Veränderung bei $AlCl_3$-Zusatz (x_{al}) wir die Veränderung des eigentlichen Diffusionskoeffizienten des Neutralrots berechnen können.

$$1 = x_{al} . 0 \cdot 005 . 2880$$
$$x_{al} = 0 \cdot 069$$
$$x : x_{al} = k : k_{al},$$

wo k_{al} den Diffusionskoeffizienten von Neutralrot bei $AlCl_3$-Zusatz bedeutet.

Aus dem Wert k_{al} können wir nach der Gleichung (1) das »Molekulargewicht« von Neutralrot bei $AlCl_3$-Zusatz berechnen.

$$M_{al} = \frac{59 \cdot 2}{0 \cdot 000002152} = 23,566.878,$$

wo M_{al} das Molekulargewicht des Neutralrots bei $AlCl_3$-Zusatz bedeutet.

Allerdings treffen diese Überlegungen nur dann zu, wenn 1. die Ursache der Diffusionshemmung nur eine Wirkung auf den Farbstoff und nicht auf das Plasma wäre; 2. wenn das Verhältnis zwischen eigentlichen und Plasmadiffusionskoeffizienten mit und ohne $AlCl_3$-Zusatz unverändert bleibt. Dieser letztere Fall ist keineswegs zutreffend, aber die Abweichung davon kann bei unserer groben Berechnungsart vernachlässigt werden. Jedoch bekommen wir für das »Molekulargewicht« von Neutralrot bei $AlCl_3$-Zusatz einen so horrenden Wert, daß er den Tatsachen bei weitem nicht entsprechen kann; infolgedessen muß die Hauptwirkung bei der Diffusionshemmung auf das Protoplasma und nicht auf den Farbstoff gerichtet sein.

Diese anscheinend etwas ausholenden Bemerkungen waren nötig, um die Entscheidung zu treffen, ob die Wirkung der Elektrolyte auf den Farbstoff oder auf das Plasma erfolgt. Der einfachste Weg, d. h. die Zelle zuerst in die Elektrolytlösung und dann gut ausgewaschen in die Farbstofflösung zu übertragen, konnte aus folgendem Grunde nicht eingehalten werden. Wenn man die Zellen nach Herausheben aus der Elektrolytlösung lange mit destilliertem Wasser wäscht, wird die Reaktion

zwischen Protoplasma und Elektrolyt rückgängig gemacht; und wenn auch das Plasma seinen ursprünglichen Zustand noch nicht erreicht hat, d. h. eine Hemmung des Farbstoffeintrittes noch vorhanden ist, so kann man dem Einwand nicht ausweichen, daß noch Elektrolytspuren in der Zellulosemembran der Zelle vorhanden sein könnten, die ihre etwaige Wirkung auf den Farbstoff ausüben.

Man wird nicht fehlgehen, wenn man die die Farbstoffaufnahme hemmende Wirkung der Elektrolyte (nur diese Wirkung!) teilweise schon in die Oberfläche des Protoplasmas, in die sogenannte Plasmahaut verlegt, und zwar aus dem Grunde, weil, wie wir es bei der Hefe gesehen haben, auch nach längerer Zeit nicht eine Spur des Farbstoffes durch die Oberfläche der Zelle tritt.

Die quantitative Untersuchung ergab, daß die die Farbstoffaufnahme hemmende Wirkung der Elektrolyte von zwei Faktoren abhängig ist, und zwar von der Konzentration des Farbstoffes und der des zugesetzten Elektrolyten.

Folgende Tabelle zeigt den Einfluß der verschiedenen Farbstoffkonzentration bei demselben Elektrolytzusatz auf die Aufnahmsgeschwindigkeit basischer Farbstoffe.

Tabelle VII (Fig. 1, Kurve II).

Versuchsobjekt: *Spirogyra* (Kultur *A*).

Diffundierende Flüssigkeit: Methylviolett von verschiedener Konzentration, aufgelöst in einer 0·1 normalen $Ca(NO_3)_2$-Lösung.

Temperatur: 19 bis 20° C.

Die Versuchsdaten sind mit der in Tabelle I angegebenen in jeder Hinsicht vergleichbar.

Konzentration des Methylvioletts in Prozenten, aufgelöst in einer 0·1 norm. $Ca(NO_3)_2$ *(c)*	I	II	III	IV			Mittelwert *(t)*	*c.t*
0·000125	$10^m 0^s$	$20^m\ 0^s$	$26^m\ 0^s$	$30^m\ 0^s$	$30^m 0$?	—	$30^m\ 0^s$	0·00375
0·000250	—	10 0	14 0	18 0	17 0	$17^m 30^s$	17 30	0·0043750
0·000375	—	5 0	7 0	10 0	11 0	—	10 30	0·0039375
0·000500	2 0	4 0	6 0	7 10	8 0	—	7 35	0·00379
0·000750	1 0	2 30	5 0	6 0	6 0	6 0	6 0	0·00450
0·00125	1 0	2 0	3 0	4 0	4 0	—	4 0	0·00500
0·00250	1 0	2 0	2 30	3 0	3 0	—	3 0	0·00750

Wie wir sehen, bekommen wir, wenn die endgültige Konzentration des zugesetzten Elektrolyten immer dieselbe ist und die Konzentration des Farbstoffes variiert, der Diffusionsgleichung annähernd entsprechende Werte. Das Produkt, gebildet aus Zeit und Farbstoffkonzentration, steigt etwas mit zunehmender Konzentration des Farbstoffes. Bei einer Methylviolettkonzentration, die unter 0·000125% lag, bekam ich unsichere Werte, welche aber immer kleiner waren als die Aufnahmszeit, die aus der Diffusionsgleichung bei einer solchen Farbstoffkonzentration berechnet werden kann. Es ist auch möglich, daß das Produkt Farbstoffkonzentration mal Zeit ohne Elektrolytzusatz auch nicht ganz konstant ist, sondern mit zunehmender Konzentration des Farbstoffes etwas steigt. Dies konnte ich aber nicht beobachten, weil die Versuchszeiten zu klein waren und die individuellen Schwankungen der Zellen, die etwaige schwache Steigerung des Produktes mit zunehmender Konzentration des Farbstoffes verbergen. Mit verdünnteren Lösungen, d. h. bei größerer Versuchsdauer, konnte ich darum nicht arbeiten, weil die Zellen aus unbekannten Gründen verschieden reagierten.

Da die hemmende Wirkung der Elektrolyte keinen bedeutenden Einfluß auf die Gestaltung der Diffusionsgleichung hat, so muß die Wirkung der Elektrolyte auf einer solchen Funktion beruhen, die praktisch momentan abläuft und die durch die verursachte Änderung des Plasmas auf den relativen Ablauf der Diffusionsprozesse keinen Einfluß hat.

Wenn die Konzentration des Farbstoffes konstant ist und die zugesetzte Menge des Elektrolyten sich ändert, so findet man, daß ein kleiner Elektrolytzusatz einen verhältnismäßig größeren hemmenden Einfluß hat, als der Zusatz von größeren Mengen. Die hemmende Wirkung als Ordinate, die zugesetzte Elektrolytmenge als Abszisse aufgetragen, ergibt eine Kurve, deren Abszisse und Ordinate logarithmiert annähernd eine gerade Linie ergeben. Bei KNO_3-Zusatz ist die logarithmierte Kurve fast ganz gerade, bei $Ca(NO_3)_{32}$ und $Al(NO_3)_3$-Zusatz, also mit zunehmender Wertigkeit des Kations, gewinnt sie an Konkavität zur x-Achse.

Wir sind in der Lage, infolge der Gültigkeit des Diffusionsgesetzes die Versuchszeiten für unsere Versuche willkürlich zu wählen. Ich habe die Farbstoffkonzentration immer so gewählt, daß die Aufnahmszeit möglichst klein war, so daß die sekundäre Giftwirkung der Elektrolyte nicht zur Geltung kam und ferner zeigt auch die Erfahrung, daß bei kleinen Versuchszeiten, d. h. bei großen Farbstoffkonzentrationen, die individuellen Schwankungen scheinbar kleiner sind.

Tabellen VIII, IX, X.

Versuchsobjekt (bei allen drei folgenden Versuchen): Eine dünnfädige und dünnwandige *Spirogyra*-Art (Kultur *C*).

Diffundierende Flüssigkeit in Tabelle VIII KNO_3 von verschiedener Konzentration, aufgelöst in einer 0·0001 prozentigen Methylviolettlösung; in Tabelle IX $Ca(NO_3)$; in Tabelle X $Al(NO_3)$ von verschiedener Konzentration, aufgelöst in einer 0·0003 prozentigen Methylviolettlösung.

Temperatur: 20° C.

Nach dem Versuch wurden die Zellen nur in eine hypotonische $Ca(NO_3)_2$-Lösung übertragen, und zwar darum, weil

sie sich bei der Plasmolyse verschieden stark kontrahieren, je nach der Vorbehandlung mit KNO_3, $Ca(NO_3)_2$ oder $Al(NO_3)_3$.

Tabelle VIII (Fig. 3, Kurve I).

KNO_3 von verschiedener Konzentration, (in norm.), aufgelöst in einer 0·0001 prozentigen Methylviolettlösung	I	II	III	IV		Mittelwert
0	$0^m\ 30^s$	$1^m\ 0^s$	$1^m\ 30^s$	$2^m\ 0^s$	$2^m\ 0^s$	$2^m\ 0^s$
0·001	—	1 30	2 30	3 0	3 0	3 0
0·01	—	2 30	4 0	4 30	5 30	5 0
0·08	2 0	4 30	6 30	8 0	8 30	8 15

Tabelle IX (Fig. 3, Kurve II).

$Ca(NO_3)_2$ von verschiedener Konzentration, aufgelöst in einer 0·0003 prozentigen Methylviolettlösung	I	II	III	IV		Mittelwert
0	$0^m\ 15^s$	$0^m\ 30^s$	$0^m\ 40^s$	$0^m\ 50^s$	$0^m\ 50^s$	$0^m\ 50^s$
0·001	0 30	1 20	1 45	2 0	2 30	2 15
0·01	1 0	3 0	5 0	6 0	7 0	6 30
0·04	3 0	5 0	7 0	8 0	9 0	8 30
0·09	—	5 0	8 0	9 0	9 0	9 0

Tabelle X (Fig. 3, Kurve III).

$Al(NO_3)_3$ von verschiedener Konzentration, aufgelöst in einer 0·0003 prozentigen Methylviolettlösung	I	II	III	IV		Mittelwert
0	$0^m\ 15^s$	$0^m\ 30^s$	$0^m\ 40^s$	$0^m\ 50^s$	$0^m\ 50^s$	$0^m\ 50^s$
0·0005	3 0	5 0	7 0	8 0	8 0	8 0
0·0025	4 0	6 0	10 0	13 0	12 0	12 30
0·01	4 0	6 0	15 0	{17 0 {21 0	20 0	19 0?

Die gegebenen Versuchsdaten entsprechen bei KNO_3-Zusatz mehr, bei $Ca(NO_3)_2$ und $Al(NO_3)_2$-Zusatz weniger der Exponentialgleichung der Adsorption[1]

$$\frac{x}{m} = \alpha . c^{\frac{1}{n}},$$

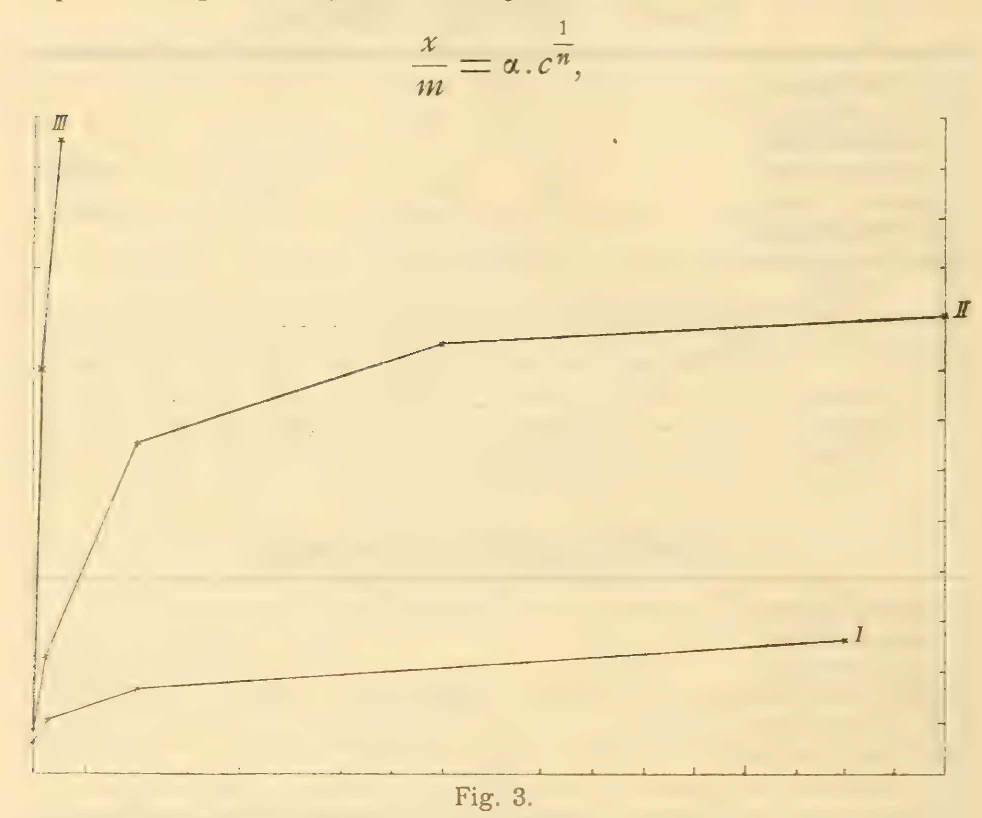


Fig. 3.

Konzentration des Methylvioletts ist konstant.[2]

Abszisse ist bei Kurve I die Konzentration des zugesetzten KNO_3 in norm. (siehe Tabelle VIII).

Abszisse ist bei Kurve II die Konzentration des zugesetzten $Ca(NO_3)_2$ in norm. (siehe Tabelle IX),

Abszisse ist bei Kurve III die Konzentration des zugesetzten $Al(NO_3)_3$ in norm. (siehe Tabelle X).

Ordinate ist die Aufnahmszeit in Minuten.

wobei x die adsorbierte Menge, m die Menge des Adsorbens, c die Konzentration des adsorbierenden Stoffes nach vollendeter Adsorption bedeutet; α und $\frac{1}{n}$ sind Konstanten.

Die obigen Versuche zwingen uns zur Annahme, daß die Hemmung der Farbstoffaufnahme parallel geht mit der Ad-

[1] Freundlich, Kapillarchemie, Leipzig 1909, p. 149; siehe auch dort die diesbezügliche Literatur.

[2] Aus Tabelle IX (Kurve II) und Tabelle X (Kurve III) ist die Methylviolettaufnahme auf einer Konzentration von 0·0001% umgerechnet.

sorption der Elekrolyte [1] durch das Plasma wenigstens bis zu jenem Punkte, wo die logarithmierte Adsorptionskurve eine Konkavität zur x-Achse noch nicht aufweist, d. h. einem maximalen Punkt noch nicht zustrebt. Es ist jedenfalls eine auffällige Tatsache, daß die Hemmung des Farbstoffeintrittes der Maßstab für die Größe der Adsorption des Elektrolyten durch das Plasma ist.

Zwischen den obigen Versuchen und vielen anderen kolloidchemischen Untersuchungen sind Analogien vorhanden, aber das beweist noch nicht, daß wir es hier nicht mit einer nur formell identischen Erscheinung zu tun haben.

Die Untersuchungen von L. Pelet und L. Grand [2] über die Beeinflußbarkeit der Färbung an der Faser bei Gegenwart von Elektrolyten besitzt manche Analogien mit dem oben beschriebenen Vorgang. Gibt man z. B. zur negativ geladenen Wolle im Färbebade neben positiv geladenem Methylenblau anorganische Elektrolyte, deren Anionen mehrwertig, aber deren Kationen einwertig sind, so gewinnt die Färbung an Stärke mit zunehmender Wertigkeit des Anions infolge der aufladenden Wirkung desselben auf die Faser. Gibt man dagegen zur Methylenblaulösung im Färbebade ein mehrwertiges Kation mit einem einwertigen Anion, so nimmt die Färbung infolge der entladenden Wirkung des Kations auf die Faser stark mit zunehmender Wertigkeit desselben ab.

1. Na_2HPO_4 2. Na_2SO_4 3. Ohne Zusatz 4. $BaCl_2$ 5. $PtCl_4$

→ → →

Am dunkelsten, am hellsten gefärbt.

Wie wir sehen, nimmt die Färbungsintensität mit steigender Wertigkeit der Kationen ab, wie auch in unseren Versuchen bei der Färbung der *Spirogyra*. Trotzdem das Verhalten der Faser und der *Spirogyra* gegen dieselben Agenzien das gleiche ist, so hat es doch in beiden Fällen verschiedene Ursachen. Die

---

[1] Siehe auch Wo. Ostwald, Pflüg. Arch., Bd. 120 (1907), p. 19; Pflüg. Arch. Bd. 106 (1905), p. 568; derselbe, Koll.-Zeitschr., Bd. 6 (1910), Heft 4.

[2] L. Pelet und L. Grand, Koll.-Zeitschr., Bd. 2, p. 83 (1907); ferner Pelet, Theorie des Färbeprozesses, 1910, Dresden, p. 96.

Färbung der Wolle durch Methylenblau ist eine Adsorption. Die Farbstoffaufnahme der *Spirogyra* erfolgt nach den Gesetzen der Diffusion. Obwohl beide Erscheinungen miteinander verbunden sein können, sind jedoch für den Ablauf der Färbung an der Faser die Adsorption, für die Färbung der *Spirogyra* die Gesetze der Diffusion, d. h. der Diosmose, maßgebend. Die quantitative Untersuchung ergab auch, daß wir es hier nur mit scheinbar identischen Erscheinungen zu tun haben. Die Beeinflussung der Färbbarkeit der Faser bei Gegenwart von Elektrolyten zeigt eine andere Abhängigkeit von der Konzentration des Elektrolyten wie die Färbung der *Spirogyra*.

Die obigen Versuche mit *Spirogyra* finden ein völliges Analogon in den elektroendosmotischen Erscheinungen (unter Elektroendosmose versteht man die Verschiebung einer Flüssigkeit gegen eine feste Oberfläche im elektrischen Stromkreis).[1]

Es ist hauptsächlich nach den Untersuchungen von Perrin[2] bekannt, daß bei der Elektroendosmose durch Entladung des zwischen die beiden Pole geschalteten Diaphragmas die überführte Flüssigkeitsmenge verkleinert wird. Und zwar hat die Kurve, die die Verminderung der überführten Flüssigkeitsmenge als Ordinate, die Konzentration des entladenden Elektrolyten als Abszisse hat, einen am Anfang logarithmischen Verlauf; bei höherer Konzentration aber strebt die Kurve einem Maximum zu. Es ist auch durchaus möglich, daß bei unseren Versuchen die Konkavität der Kurven zur x-Achse als Zeichen einer Zustrebung zu einem maximalen Punkt betrachtet werden kann. Es wäre noch der Einwand möglich, daß die Konkavität der Kurven davon herrührt, daß ich bei meinen Versuchen, statt die Konzentration des Elektrolyts nach vollendeter Adsorption anzugeben, aus leicht verständlichen Gründen die Konzentration vor der Adsorption angegeben habe. Da aber die absolute Menge des zugesetzten Elektrolyten so groß ($200\,cm^3$) und die adsorbierte Menge so klein war (die Adsorption durch ein paar *Spirogyra*-Fäden), konnte sie praktisch keinen Einfluß auf die Gestaltung der Kurven haben. Scheinbar wird das Zustreben

---

[1] Freundlich, Kapillarchemie, p. 223.

[2] Zitiert nach Freundlich's Kapillarchemie, p. 224.

nach einem maximalen Punkt nur nach einer bestimmten Konzentration des zugesetzten Elektrolyten sichtbar. Dieser Punkt wird bei stark entladenden Elementen, wie das die Konkavität der logarithmierten Ca- und Al-Adsorptionskurve zeigt, rascher erreicht. In unserem Falle entspricht dem negativen Pol bei der Elektroendosmose das Innere der Zelle, dem negativ geladenen Diaphragma die Hautschicht der Zelle. Daß wir die Zelle als negativ elektrisch geladen betrachten können, geht aus den Versuchen von Höber,[1] Bechhold[2] und Lilie[3] hervor. Die genannten Autoren fanden, daß die Zellen (Blutkörperchen, Bakterien, Hefezellen, Spermatozoen) bei ihrer kataphoretischen Wanderung anodische Konvektion zeigten. Die der Oberfläche der Zellen näherliegenden Teile kann man als Diaphragma betrachten, weil ihre Entladung schon viel früher als die im Innern der Zelle gelegenen Teile erfolgt. Wird die Hautschicht entladen, so vermindert sich die durchtretende Farbstoffmenge in der oben angedeuteten Weise. Daß Erscheinungen elektrischer Art hier eine große Rolle spielen, zeigt auch die von Höber betonte Tatsache, daß die meisten positiv elektrisch geladenen Farbstoffe vital färben, aber die negativ geladenen nicht. Overton[4] gab dieser Erscheinung im Sinne der Lipoidtheorie eine Deutung, jedoch konnte Ruhland[5] zeigen, daß die Lipoidlöslichkeit für die Aufnahme mancher Farbstoffe nicht entscheidend ist. Ich will damit nicht sagen, daß die elektrische Ladung allein maßgebend für die Aufnahme der Farbstoffe ist. Jedoch konnte es in dieser Abhandlung wahrscheinlich gemacht werden, daß der elektrischen Ladung eine große Bedeutung zuzuschreiben ist. Wird die Hautschicht entladen, so verzögert sich die Aufnahme basischer Farbstoffe.

---

[2] Höber, Pflügers Arch., Bd. 101 (1904), p. 607; derselbe, Bd. 102 (1904), p. 196; ferner Phys. Chem. der Zelle und Gewebe, p. 260.

[2] Bechhold, Zeitschr. für phys. Chemie, Bd. 48 (385), 1904.

[3] Lillie, American Journ. of physiol., Bd. 8, p. 273 (1903).

[4] Overton, l. c.

[5] Ruhland, l. c.

IV. Über die Hemmung der Aufnahme basischer Farbstoffe bei Gegenwart von sauren Farbstoffen.

Die Ursache der die Farbstoffaufnahme hemmenden Wirkung des Elektrolyten besteht in dem Einfluß derselben auf das Plasma. Prinzipiell verschieden davon ist die Hemmung der Aufnahme basischer Farbstoffe bei Gegenwart von sauren Farbstoffen. Die sauren Farbstoffe verbinden sich mit den basischen Farbstoffen unter Bildung von Salzen,[1] für die die Plasmahaut impermeabel ist. Da die Ursache der Hemmung hier eine andere ist als bei den Elektrolyten, so folgt daraus, daß hier andere Gesetzmäßigkeiten gelten werden wie dort. Der hemmende Einfluß, den der saure Farbstoff auf den basischen Farbstoff ausübt, hängt von der gegenseitigen Konzentration der beiden Farbstoffe ab. Ist der saure Farbstoff im Überschuß, so erfolgt nicht die Aufnahme des basischen Farbstoffes, ist dagegen der basische Farbstoff im Überschuß, so wird er mit einer Geschwindigkeit der dem freien basischen Farbstoff entsprechenden partiellen Konzentrationsgefälle aufgenommen.

Wenn die Konzentration des diffundierenden basischen Farbstoffes verschieden und die zugesetzte Elektrolytmenge dieselbe war, so fanden wir, daß die Hemmungskurve annähernd eine Hyperbel ergab, bei der das Produkt aus Abszisse und Ordinate mit zunehmender Konzentration des diffundierenden Farbstoffes etwas stieg; dagegen bei der Hemmung der Aufnahme bei Gegenwart eines sauren Farbstoffes von konstanter Konzentration nimmt die Größe des Produktes stark mit der Konzentration des diffundierenden basischen Farbstoffes ab, weil das partielle Konzentrationsgefälle des freien basischen Farbstoffes mit steigender Konzentration desselben stark zunimmt, d. h. die Aufnahmszeit wird kleiner.

---

[1] Über die Salzbildung zwischen sauren und basischen Farbstoffen. A. Seyewetz, Sur les combinaisons des matières colorantes acides avec les matières colorantes basiques. Thèse (Lyon 1900), zitiert nach Pelet, Theorie des Färbeprozesses, p. 42. Siehe auch die dort angegebene Literatur.

Tabelle XI (Fig. 2, Kurve III).

Versuchsobjekt und Versuchsbedingungen dieselben wie bei den Tabellen II und III.

Diffundierende Flüssigkeit: Neutralrot von verschiedener Konzentration, aufgelöst in einer 0·001 prozentigen Kongorotlösung.[1]

Neutralrot von verschiedener Konzentration, aufgelöst in einer 0·001 prozentigen Kongorotlösung *(c)*	I	II	III	IV *(t)*	*c.t*
0·0006	2h 0m 0s	3h 0m 0s	5h 30m 0s	6h 0m 0s	0·216
0·001	0 5 0	0 9 0	0 11 0	0 13 0	0·013
0·002	0 2 0	0 4 0	0 5 0	0 6 0	0·012

Wenn die Konzentration des basischen Farbstoffes konstant ist, die zugesetzte Menge des sauren Farbstoffes sich ändert, so bekommen wir, die Aufnahmszeit als Ordinate, die Konzentration des sauren Farbstoffes als Abszisse aufgetragen, nicht die charakteristische Adsorptionskurve wie im gegebenen Falle bei Elektrolytzusatz, sondern eine neue Kurve, die angibt, wie groß das Konzentrationsgefälle des ungebundenen basischen Farbstoffes ist, bei gegebener Konzentration des sauren Farbstoffes.

Tabelle XII.

Versuchsobjekt: *Spirogyra* (Kultur *D*).

Diffundierende Flüssigkeit: Kongorot von verschiedener Konzentration, aufgelöst in einer 0·0002prozentigen Methylviolettlösung.

Temperatur: 20 bis 21° C.

---

[1] In höherer Konzentration hat das Kongorot einen hemmenden Einfluß auf die Fällung des Methylvioletts innerhalb der Zelle.

Kongorot von verschiedener Konzentration, aufgelöst in einer 0·0002 prozentigen Methylviolettlösung	I	II	III	IV
0	—	0m 30s	0m 50s	1m 0s
0·00004 (%)	1m 0s	1 30	2 30	3 0
0·00008	2 0	3 0	5 0	6 0?
0·0002	15 0	—	—	c. 30 0

Daß die hemmende Wirkung des sauren Farbstoffes ihren Angriffspunkt auf den basischen Farbstoff hat, ersieht man am besten aus folgendem Versuche. Ermittelt man die Konzentration des sauren Farbstoffes, die nötig ist, das Eindringen des basischen Farbstoffes, z. B. bis auf 10 Minuten, herauszuschieben, so findet man, daß mit steigender Konzentration des basischen Farbstoffes auch die zur Hemmung nötige Konzentration des sauren proportional steigt.

Tabelle XIII (Fig. 4).

Versuchsobjekt: *Spirogyra* (Kultur *D*).

Diffundierende Flüssigkeit: Methylviolett und Kongorot.

Temperatur: 21° C.

Konzentration des Methylvioletts in Prozenten	Die letzte experimentell bestimmte Konzentration des Kongorots, die noch nicht hinreicht, den Eintritt des Methylviolетts bis auf 10 Minuten herauszuschieben	Konzentration des Kongorots in Prozenten
0·00025	0·0001	0·00012
0·0005	0·00024	0·00028
0·001	0·00052	0·00056
0·002	0·00108	0·00112
0·004	0·00212	0·00224

Die hemmende Konzentration des sauren Farbstoffes steigt so streng proportional mit der Konzentration des basischen Farbstoffes, daß man diese einfache biologische Methode mit großer Leichtigkeit zur quantitativen Bestimmung mancher sauren und basischen Farbstoffe benützen könnte, wenn es sich herausstellen sollte, daß die hemmende Wirkung von störenden Faktoren nicht beeinflußt wird. Die Feinheit der Methode kann man dadurch noch steigern, daß man den hemmenden Einfluß des sauren Farbstoffes für eine längere Zeit als 10 Minuten ermittelt.

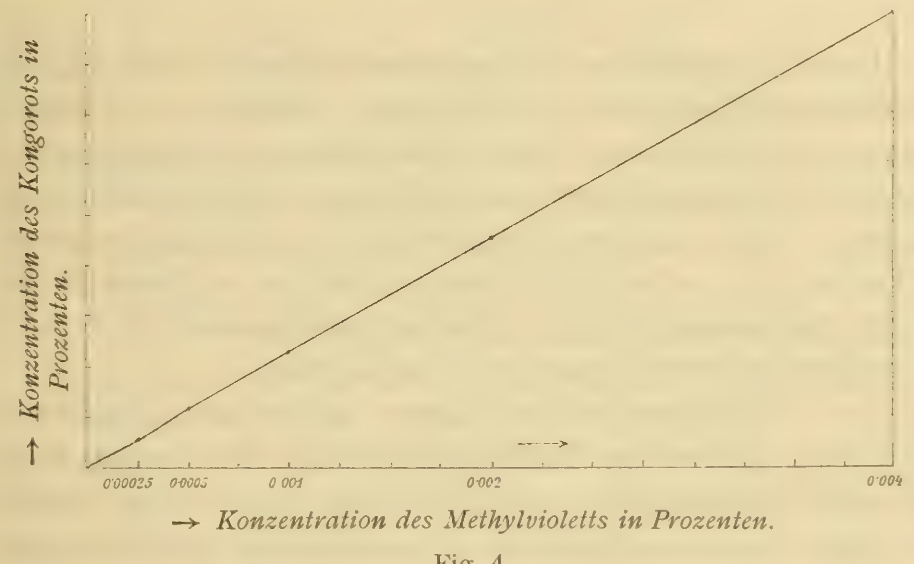


Fig. 4.

Da die hemmende Wirkung des sauren Farbstoffes auf der Entstehung einer neuen Verbindung beruht, so ist zu erwarten, daß das Verhältnis der molekularen Konzentration der zwei Farbstoffe eine einfache ganze Zahl ergibt, was ich aber leider nicht prüfen konnte, weil mein Methylviolettpräparat ein Gemisch und keine einheitliche Verbindung war. Es ist wahrscheinlich, daß das Methylviolett mit dem Kongorot in einem der folgenden Reaktion entsprechenden Verhältnis in Verbindung geht und die hemmende Molekularkonzentration des Kongorots zum Methylviolett sich wie 1 : 2 verhält.[1]

---

[1] Über das Verhalten der sulfosauren Gruppen saurer Farbstoffe siehe Vaubel und Bartlett, Zeitschr. für Farbenindustrie (1906), p. 24.

$$
\begin{array}{l}
C_6H_4-N_2-C_{10}H_5\langle^{SO_3 \, Na \quad\quad Cl}_{NH_2 \quad (CH_3)_2 = N = C_6H_4 = C = [(CH_3)_2NC_6H_4]_2} \\
\quad\quad\quad\quad + \\
C_6H_4-N_2-C_{10}H_5\langle^{NH_2 \quad (CH_3)_2 = N = C_6H_4 = C = [(CH_3)_2NC_6H_4]_2}_{SO_3 \, Na \quad\quad Cl}
\end{array}
$$

Kongorot Hexamethylpararosanilin

Statt Methylviolett habe ich dessen Hauptbestandteil, das Hexamethylpararosanilin angegeben.

Die Reversibilität der Plasmahautbildung (Pfeffer[1]), die Koagulationstemperatur der äußersten Schicht des Plasmas (Lepeschkin[2]), zeigen, daß die Plasmahaut im Grunde wahrscheinlich nicht etwas vom inneren Plasma chemisch Differentes, sondern vielmehr nur etwas physikalisch und infolge der Ionenwirkungen nur teilweise chemisch Verändertes darstellt. Die bei der Plasmahautbildung in Betracht kommenden Stoffe sind wenigstens teilweise sicherlich Eiweißkörper.

Aus den obigen Ionenwirkungen auf die Hautschicht und aus der im allgemeinen alkalischen Reaktion des Plasmas kann man den Schluß ziehen, daß an dem Aufbau der Hautschicht negativ geladenes Alkalieiweiß beteiligt ist.

Zwischen den Untersuchungen von Pauli und Handovsky[3] am Alkalieiweiß und den obigen Versuchen bezüglich der Entladung der Hautschicht herrscht eine völlige Analogie. Die genannten Autoren konnten zeigen, daß bestimmte Elektrolytwirkungen auf das Alkalieiweiß auf der Vermehrung der elektroneutralen Eiweißteilchen beruhen. Bei unseren Versuchen ist der Maßstab für die Bildung elektrisch neutraler Teile die Abnahme der überführten Farbstoffmenge durch die

---

[1] Pfeffer, Plasmahaut u. Vacuolen, Abh. d. sächs. Ges. d. Wiss., Bd. 16 (1891), p. 193.

[2] Lepeschkin, Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. 28 (1910), p. 91.

[3] Pauli und Handovsky, Biochem. Zeitschr., Bd. 24 (1910), p. 239; ferner ebenda, Bd. 18 (1909), p. 340; Handovsky, ebenda, Bd. 25 (1910), p. 510.

Hautschicht. Die Bildung der elektrisch neutralen Teile bei Alkalieiweiß nimmt stark zu mit der Wertigkeit des Kations, ebenso wie bei unseren Versuchen die überführte Farbstoffmenge abnimmt. Die Abhängigkeit der Bildung von elektrisch neutralen Teilchen durch Elektrolytzusatz folgt dem Adsorptionsgesetz, d. h. Elektrolytzusatz von kleiner Konzentration verursacht verhältnismäßig eine größere Vermehrung der elektrisch neutralen Teilchen wie eine konzentriertere Elektrolytlösung. Dieselbe Abhängigkeit fanden wir auch bei den obigen Versuchen.

Die Versuche von Pauli und Handovsky eröffnen eine weite Perspektive für die Entgiftungserscheinungen [1] durch antagonistische Ionenwirkung, deren Mechanismus ein analoger ist wie die Hemmung der Aufnahme basischer Anilinfarben bei Gegenwart von Elektrolyten. Es wird daraus verständlich, warum eine kleine Menge eines mehrwertigen Kations genügt, um denselben Entgiftungseffekt hervorzurufen, wozu erst sehr große Mengen eines einwertigen Kations hinreichen können. Die obige Farbstoffmethode besitzt den großen Vorteil bei der Prüfung der Entgiftungserscheinungen, daß sie von den Partialfunktionen der Ionen abstrahieren kann, während bei den gewöhnlichen Entgiftungsversuchen, wo die antagonistische Wirkung in Form einer physiologischen Funktion geprüft wird, die störenden Partialfunktionen der entgiftenden Elemente sehr in Betracht kommen.

Zum Schlusse erfülle ich eine angenehme Pflicht, meinen hochverehrten Lehrern Herrn Prof. Hans Molisch und Herrn Hofrat Prof. Julius v. Wiesner für die stete Förderung und Anregung der Arbeit meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen. Ferner bin ich Dank schuldig den Herren: Assistenten Dr. Oswald Richter für das Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, Prof. Pauli für das gütige Durchsehen meiner Arbeit, den Leitern der botanischen Abteilung an der biologischen Versuchsanstalt in Wien, Prof. Figdor und L. R. v. Portheim für das liebenswürdige Entgegenkommen.

---

[1] Siehe die Arbeiten von J. Loeb, Osterhout, O. Loew, Benecke, Portheim und Samec etc. und die dort angegebene Literatur.

Zusammenfassung.

1. Die Geschwindigkeit der Aufnahme mancher basischen Farbstoffe befolgt das Grundgesetz der Diffusion von Fick, d. h. die Aufnahmsgeschwindigkeit ist proportional dem Konzentrationsgefälle des diffundierenden Stoffes.

2. Es wird auf einem neuen Wege gezeigt, daß die Permeabilität der Plasmahaut nicht konstant ist.

3. Die Aufnahme der basischen Farbstoffe durch die lebende Zelle wird verzögert bei Gegenwart von bestimmten Elektrolyten.

4. Die hemmende Wirkung der Elektrolyte steigt stark mit zunehmender Wertigkeit des Kations.

5. Die Benecke'sche Beobachtung, daß Ca-Salze eine verzögernde Wirkung auf die Aufnahme von $FeSO_4$ ausüben, wurde bestätigt und auf andere Elektrolyte erweitert, die ebenfalls eine hemmende Wirkung auf die Aufnahme von $FeSO_4$ ausüben.

6. Die hemmende Wirkung der Elektrolyte steigt auch bei der Aufnahme von $FeSO_4$ mit zunehmender Wertigkeit des Kations.

7. Die Größe der die Farbstoffaufnahme hemmenden Wirkung der Elektrolyte hängt von ihrer Konzentration ab.

8. Verdünnte Elektrolytlösungen sind verhältnismäßig wirksamer als konzentriertere. Die Abhängigkeit der hemmenden Wirkung von der Konzentration der Elektrolyte entspricht annähernd bis zu einer bestimmten Konzentration der Exponentialgleichung der Adsorption

$$\frac{x}{m} = \alpha . C^{\frac{1}{n}},$$

nur ist statt $\frac{x}{m}$ die Hemmungszeit t einzusetzen.

9. Eine und dieselbe Menge der Elektrolyte bei verschiedener Konzentration des Farbstoffes verursacht eine je nach der Konzentration desselben verschiedene Hemmung, jedoch so, daß die Hemmungsgröße der Diffusionsgleichung entsprechende Werte ergibt.

10. Die Aufnahme basischer Farbstoffe durch die lebende Zelle wird bei Gegenwart mancher sauren Farbstoffe verzögert.

11. Die die Aufnahme hemmende Wirkung saurer Farbstoffe ergibt eine andere Gesetzmäßigkeit wie die Wirkung der Elektrolyte.

12. Die Wirkung der Elektrolyte hat ihren Hauptangriffspunkt im Plasma.

13. Die Wirkung saurer Farbstoffe beruht auf einer Salzbildung zwischen basischen und sauren Farbstoffen, für die die Plasmahaut impermeabel ist.

14. Es wurde eine biologische Methode angegeben zur quantitativen Bestimmung mancher basischen und sauren Farbstoffe.



Über die chemische Konstitution der Sodalith- und Nephelingruppe

von

Silvia Hillebrand.

(Achte Mitteilung über die Darstellung der Kieselsäuren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 30. Juni 1910.)

Die zur Sodalith- und Nephelingruppe gehörigen Minerale spielen sowohl in einigen Tiefengesteinen als in manchen Erguß- und Ganggesteinen eine wichtige Rolle und in einzelnen dieser Felsarten bilden sie den charakterisierenden Gemengteil. In chemischer Beziehung sind alle durch einen verhältnismäßig hohen Natriumgehalt, die ersteren außerdem durch beigefügte Chloride und Sulfate ausgezeichnete Silikate. Es wurde schon oft der Versuch gemacht, den inneren Bau dieser ungewöhnlichen Verbindungen zu ergründen, ohne daß es zu einem Abschluß dieser Frage gekommen wäre. Gegenwärtig ist diese Aufgabe wesentlich erleichtert, indem für viele der dazugehörigen Minerale die empirische Zusammensetzung durch genaue Analysen erkannt ist und außerdem Resultate vieler synthetischer Arbeiten auch bessere Beobachtungen bezüglich der natürlichen Umwandlung und der künstlichen Zerlegung vorliegen. Deshalb erscheint es als eine lohnende Aufgabe, jenen Versuch zu wiederholen, um auf Grund neuerer Wahrnehmungen zu einem Einblick in das Wesen dieser wichtigen Mineralstoffe zu gelangen.

Sodalith.

Das Mineral gehört zu den wenig zahlreichen chlorhaltigen Silikaten und seine Zusammensetzung entspricht der Formel

$Si_3O_{12}Al_3Na_4Cl$. Das Verhältnis von Silicium und Chlor 3 Si : Cl erschien auf Grund von Analysen, die sich auf minder geeignetes Material bezogen, eine Zeitlang variabel, bis Brögger und Bäckström zeigten, daß alle neueren guten Bestimmungen die oben angeführten Verhältnisse ergeben, und eine von ihnen an reinem Sodalith ausgeführte Analyse diese Formel gleichfalls bestätigte.[1] Die Zusammensetzung wird gegenwärtig so gedeutet, daß das Chlor an Aluminium gebunden gedacht ist, wonach die Gruppe $AlClAl_2Na_4$ zwölf Valenzen darbietet und die Verbindung als Orthosilikat erscheint, also von drei Molekeln SiO_4H_4 abgeleitet wird. Diese Auffassung ist jedoch nicht die einzig mögliche, weil noch andere Gruppierungen denkbar sind, welche auf die Kieselsäuren $Si_3O_{11}H_{10}$ und $Si_3O_{10}H_8$ führen. Durch Abscheidung und Bestimmung der Kieselsäure des Sodaliths kann die Entscheidung getroffen werden, die für die ganze Sodalithgruppe maßgebend sein wird.

Zur Darstellung der Säure konnte kein besseres Material benützt werden als der blaue Sodalith vom Baikalsee, von dem schöne Spaltstücke aus der Sammlung des Mineralogisch-petrographischen Institutes der Untersuchung unterzogen wurden. Die Spaltbarkeit nach (110) war recht deutlich bis nahezu vollkommen, die Farbe lasurblau. Die sorgfältig ausgelesenen klaren Splitter erwiesen sich bei der mikroskopischen Prüfung als vollkommen rein, kaum war hie und da ein kleines trübes Pünktchen zu bemerken. Die Dichte wurde zu 2·305 bei 20° bestimmt. Bei der Auflösung durch verdünnte Salzsäure bildete sich eine klare Lösung und es hinterblieb auch nicht die kleinste Menge eines festen Rückstandes. Die Analyse des bei 100° getrockneten Pulvers lieferte die Zahlen unter I, welche mit jenen unter II, die aus der obigen Formel berechnet sind, verglichen werden. Unter III ist die Analyse von Brögger und Bäckström angeführt.

---

[1] Zeitschrift f. Kryst., *18* (1891), 223.

	I	II	III
SiO_2	37·43	37·25	36·74
Al_2O_3	31·70	31·57	31·96
Na_2O	25·99	25·53	25·95
Cl	7·01	7·30	7·31
CaO	—	—	0·11
SO_3	—	—	0·11
Glühverlust	—	—	0·17
	102·13	101·65	102·15
ab	1·58	1·65	1·61
	100·55	100	100·54

In dem von mir benützten Analysenmaterial konnte weder Eisen noch Calcium noch Schwefelsäure nachgewiesen werden. Ich glaube daher, daß durch die sorgfältige Auslese der Splitter eine größere Reinheit erzielt wird als durch die Anwendung der Thoulet'schen Lösung.

Der Farbstoff scheint von anderer Art zu sein als jener im Hauyn und im Lasurstein. Beim Erhitzen des Sodaliths verschwindet das Blau und die geglühten Stücke sind weiß mit einem Stich ins Gelbe. Hauyn und Lasurstein werden beim Erhitzen nicht entfärbt. Beim Auflösen des Sodaliths in verdünnter Salzsäure bemerkte ich zuweilen einen sehr schwachen Geruch nach Schwefelwasserstoff und eine undeutliche Bräunung des Bleipapiers, beides am wenigsten bei Anwendung des ausgesuchten reinsten Materials. Damit wäre die Gegenwart einer ungemein geringen Menge Ultramarin angedeutet, doch ist es fraglich, ob diese hinreicht, um die lasurblaue Färbung hervorzubringen. Die Entfärbung beim Erhitzen spräche noch nicht dagegen, weil das einschließende chlorhaltige Silikat in der Hitze möglicherweise die Zerstörung des Farbstoffes herbeiführt. Hier wie bei vielen diluten Färbungen ist es schwer, zu einer Erklärung zu gelangen.

Bei der Darstellung der Kieselsäure wurde das Pulver des reinen Materials mit Wasser angerührt und hierauf durch verdünnte Salzsäure zersetzt, die nur allmählich zugesetzt wurde, um jede erhebliche Temperaturerhöhung zu vermeiden. Es entstand nach einiger Zeit eine vollkommen klare Gallerte,

die nach dem Verrühren mit Wasser kleine Klümpchen bildete. Um die Auflöslichkeit der Gallerte in salzsäurehaltigem Wasser zu bestimmen, wurde nach einem Tage die über den Gallertklümpchen stehende Flüssigkeit vorsichtig abgegossen, so daß nichts von der Gallerte mitgenommen wurde. Das Zufügen von Wasser und Abgießen nach einem Tage wurde wiederholt, bis die abgegossene Flüssigkeit keine Spur von Chlor mehr erkennen ließ. Die Abgüsse wurden eingeengt, zur Trockene gebracht und im Rückstand das SiO_2 bestimmt. Auf solche Weise waren von dem Silicium des Minerals 5·75% in scheinbare Lösung gebracht. Bei einem zweiten Versuche wurde die über der Gallerte stehende Flüssigkeit durch ein solches Filter gegossen, welches beim Filtrieren der pulverigen Kieselerde benützt zu werden pflegt. Jetzt blieb, obwohl die Flüssigkeit vollkommen klar gewesen, eine merkliche Menge gallertiger Kieselsäure auf dem Filter und die abgelaufene Flüssigkeit enthielt nur 1·95% des in dem Mineral enthaltenen Siliciums. Daraus ist zu entnehmen, daß die über den Gallertklümpchen stehende klare Flüssigkeit eine nicht unerhebliche Menge fein verteilter Gallerte suspendiert enthält, und es ist sehr wahrscheinlich, daß auch die beim zweiten Versuch nach dem Abfiltrieren erhaltene Flüssigkeit noch sehr feine Teilchen von Kieselgallerte schwebend erhält.

Bei meinen früheren Untersuchungen, die sich auf höher zusammengesetzte Kieselsäuren bezogen, habe ich den klaren Abguß nach Zersetzung mit Salzsäure in gleicher Weise geprüft und Zahlen erhalten, die mit abnehmendem Molekulargewichte zunehmen:

bei der Darstellung der Heulanditsäure $Si_6O_{17}H_{10}$ unter 3%,
bei der Darstellung der Chrysotilsäure $Si_4O_{13}H_{10}$ zirka 3%,
bei der Darstellung der Serpentinsäure $Si_4O_{12}H_8$ über 3%.

Die Zahl 5·75%, die für Sodalith vom selben Beobachter bei gleichem Verfahren erhalten wurde, zeigt schon an, daß eine niedrig zusammengesetzte Säure vorliegt. Übrigens wurden jene drei Kieselsäuren als Pulver erhalten, während der Sodalith eine vollkommene Gallerte lieferte, was nur bei Orthosilikaten eintritt.

Durch längere Zeit fortgesetztes Auswaschen bei täglich einmaligem Dekantieren wurde die Gallerte vollkommen frei von Chlor erhalten. Es ist nicht überflüssig, dies zu wiederholen, weil aus früherer Zeit die Angabe gemacht wird, daß die Kieselgallerte nicht vollkommen rein dargestellt werden könne. Wenn die Kieselsäure, ob sie nun gallertig oder pulverig abgeschieden wurde, bloß auf dem Filter ausgewaschen wird, gelingt es allerdings nicht, selbe rein zu erhalten. Man muß ihr die nötige Zeit einräumen, um die darin enthaltenen löslichen Verbindungen an das umgebende Wasser abzutreten.

Die vollkommen gereinigte Kieselsäure ergab beim Verdunsten des Wassers, da zweimal täglich um $7^h\,30^m$ morgens und 6^h abends Wägungen vorgenommen wurden, die Gewichte in Milligrammen:

	a.	m.	a.	m.	a.	m.	a.	m.
	2423	2055	1832	1627	1539	1484	1462	1444
Diff.	368	223	205	88	55	22	18	

Der Knickpunkt liegt zwischen 1627 und 1539. Für die von Tschermak angegebene Formel:

$$G_K = g - \partial_1 \frac{\partial_2 - \gamma \partial_3}{\partial_1 - \partial_3}$$

sind hier einzusetzen: $g = 1627$, $\partial_1 = 205$, $\partial_2 = 88$, $\partial_3 = 55$. Da der Knickpunkt am Tage eintrat, ist $\gamma = 10 \cdot 5 : 13 \cdot 5 = 7 : 9$. Für das Gewicht beim Knickpunkt berechnet sich:

$$G_K = 1627 - 61 \cdot 8 = 1565 \cdot 2.$$

Der Glühverlust beim Gewichte 1444 wurde zu 473 bestimmt, wonach der Wassergehalt der Säure beim Knickpunkte:

$$W = \frac{473 + 1565 \cdot 2 - 1444}{1565 \cdot 2} = 37 \cdot 96\,\%.$$

Eine fernere Bestimmung ergab den Wassergehalt von $37 \cdot 24\,\%$.

Diese Zahlen entsprechen der Orthokieselsäure, für die sich $37 \cdot 40\,\%$ berechnen. Damit stimmt auch das Resultat der

Färbung überein. Wird die ziemlich trockene Säure mit einer Lösung von Methylenblau zusammengebracht und einen Tag lang der Einwirkung überlassen, so erscheint die Kieselsäure nach dem Waschen und Trocknen schwarzblau gefärbt, entsprechend dem Verhalten der Orthokieselsäure.

Aus diesen Beobachtungen folgt, daß der Sodalith als ein Orthosilikat zu betrachten ist, wie dies bisher ohne Beweis angenommen wurde.

Will man noch weiter gehen und dem inneren Bau der Molekel nachforschen, so hat man eine größere Zahl von Möglichkeiten vor sich, weil hier die Silicium- und Metallatome verschiedene Gruppierungen zulassen. Von diesen mag eine ausgewählt werden, die sich dazu eignet, die Beziehungen des Sodalithes zu den verwandten und abgeleiteten Silikaten übersichtlich darzustellen. Wird im folgenden anstatt —O— bloß ein Strich — gesetzt, so wäre diese Anordnung

$$Na_2 = Si \begin{cases} Al = Si - Na \\ \\ Al = Si - Na \end{cases} \!\!\!\!\!\!\!\!\!\! \quad > AlCl$$

Der Ersatz von Cl durch andere einwertige Gruppen leitet zu den nächsten Verwandten: Hauyn und Nosean. Auch die zuweilen beobachtete Umwandlung des Sodaliths in Natrolith läßt sich sehr gut darstellen.

$$Na_2 = Si \begin{cases} Al = Si - Na \\ \\ Al = Si - Na \end{cases} > AlCl \qquad Na_2 = Si \begin{cases} Al = Si = H_2 \\ \\ Al = Si = H_2 \end{cases}$$

Es ist aber auffallend, daß nicht nur in der Formel des Sodaliths, sondern auch in der Formel gar vieler aluminiumhaltiger Silikate drei Siliciumatome vorkommen. Die vorstehend angenommene Gruppierung liefert dafür keine Erklärung. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, daß in einem solchen Falle die Bindung der Siliciumatome durch die Trivalenz des Aluminiums herbeigeführt wird, eine Hypothese, von der Clarke wiederholt Gebrauch machte, jedoch ohne die Annahme einer bestimmten Kieselsäure auf etwas Tatsächliches stützen zu

können. Wird im Sodalith diese Art der Bindung angenommen, so ergibt sich eine Gruppierung, die nicht mehr in einer Ebene dargestellt werden kann, sondern die dritte Dimension beansprucht. Zugleich soll angedeutet werden, daß ein Drittel des Aluminiums aus dem ursprünglichen Mineral leicht ausgeschieden wird. Diesen Abbau der Verbindung hat Thugutt[1] durch sorgfältige Versuche nachgewiesen. Demnach muß ein Aluminiumatom in etwas anderer Weise gebunden sein als die beiden übrigen.

In dem folgenden Bilde I ist jedes dieser beiden Aluminiumatome an jedes der drei Siliciumatome gebunden und dieses Schema veranschaulicht wohl am besten die Konstitution; doch will ich, der einfacheren Schreibweise wegen, mich weiterhin der Formel II für den Sodalith bedienen. Davon abgeleitet ist das Schema IV für den daraus entstandenen Natrolith, unter der Annahme, daß bei der Umwandlung keine vollständige Umlagerung eintritt.

I

Al, Al — Si < Na, Na; Si = Al Cl; Si < Na, Na (jedes Al an jedes der drei Si gebunden)

II

$$Al_2 \begin{cases} = Si = Na_2 \\ = Si = Al\,Cl \\ = Si = Na_2 \end{cases}$$

III

$$Al_2 \begin{cases} = Si = Na_2 \\ = Si = Al \\ = Si \overset{\diagup}{-} Na \end{cases} .\ ClNa$$

IV

$$Al_2 \begin{cases} = Si = Na_2 \\ = Si = H_2 \\ = Si = H_2 \end{cases}$$

In früherer Zeit wurde der Sodalith als eine Molekularverbindung $Si_3O_{12}Al_3Na_3 + NaCl$ aufgefaßt. Später hielt man diese Ansicht für unrichtig und glaubte, nur eine einheitliche Verbindung annehmen zu dürfen, wodurch die oben benutzte Deutung entstand, das Chlor mit dem Aluminium verbunden zu denken. Gegenwärtig, da nach den Vorgehen A. Werner's die Annahme von Molekularverbindungen wiederum als

[1] Jahrb. f. Min., Beilageb. 9 (1894—1895), p. 554.

berechtigt hingestellt wird, dürfte es dazu kommen, daß die alte Ansicht in ihre Rechte tritt. Bei manchen Verbindungen, wie jene von Traubenzucker mit $NaCl$ oder mit $NaBr$, bleibt wohl keine andere Annahme übrig und die Vereinigung von Traubenzucker und Bromnatrium $C_6H_{12}O_6 . NaBr$ ist analog dem Sodalith. Wird dieser als Molekularverbindung aufgefaßt, so ist das Schema III das richtige. Die Gruppe $NaCl$ wäre hier durch Nebenvalenzen dem Silikat angefügt. Die Umwandlung in Natrolith unter Abscheidung von Chlornatrium und Natriumaluminat erklärt sich ebensogut wie nach Schema II. Es könnte zweifelhaft erscheinen, welcher von den beiden Ansichten der Vorzug gebührt, jedoch sprechen sowohl die Resultate der Synthese bezüglich der Sodalithgruppe als der Vergleich mit Nephelin für die letztere Ansicht, weil dort die Betrachtung der Zusammensetzung auf Molekularverbindungen führt, in welchen wiederum das Silikat $Si_3O_{12}Al_3Na_3$ das herrschende ist.

Bei synthetischen Versuchen erhielten O. Mügge, Ch. und G. Friedel ein tesseral krystallisiertes Produkt von der normalen Zusammensetzung. Die von Morozewicz ausgeführten Versuche[1] lieferten Produkte, zum Teil von normaler, in zwei Fällen jedoch von einer solchen Zusammensetzung, die sich durch die Formel $4\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 . 3\,NaCl$ ausdrücken läßt. Wenn sich dies bestätigt, so wäre damit angezeigt, daß zwei tesserale dem Sodalith entsprechende Verbindungen möglich sind, deren Bestand nur im Sinne von Molekularverbindungen aufgefaßt werden kann.

Nosean, Hauyn, Lasurstein.

Durch die von Brögger und Bäckström angestellten vergleichenden Untersuchungen ist die Isomorphie, das Statthaben von Mischungen und die Analogie der chemischen Zusammensetzung oben genannter Silikate und des Sodaliths vollkommen ins klare gesetzt worden. Demnach ist es wahrscheinlich, daß alle von der Orthokieselsäure sich ableiten.

Ich konnte von jenen keine so großen Mengen auftreiben, um die bei der Zersetzung entstehenden Kieselsäuren zu

[1] Tschermak's Min. u. petr. Mitteilungen, *18* (1899), 145.

bestimmen und mußte mich auf eine qualitative Probe beschränken. Durch die Güte des Herrn Direktors Professor Berwerth erhielt ich kleine Mengen des Noseans vom Laacher See und des Hauyns von Ariccia. Aus einem Lasurstein der Bucharei konnte ich winzige schwarzblaue Körnchen, die homogen erschienen, herausschlagen. Bei der Zersetzung dieser drei Silikate bildete sich jedesmal eine vollkommene Gallerte, die nach dem Trocknen durch Methylenblau eine schwarzblaue Färbung erhielt. Bei der vollständigen Analogie der Zusammensetzung dürfte dies hinreichen, um die Ansicht zu stützen, daß hier Orthosilikate vorliegen.

Die Analysen ergeben eine Zusammensetzung, welche isomorphen Mischungen aller hierher gehörigen Verbindungen entsprechen. Im Nosean überwiegt das Silikat $Si_3O_{12}Al_3Na_5SO_4$, im Hauyn das Silikat $Si_3O_{12}Na_3CaSO_4$. Wird angenommen, daß in beiden Fällen SO_4 zum Teil an Aluminium gebunden sei, im übrigen dieselbe Gruppierung wie im Sodalith statthabe, so ergeben sich die Bilder:

$$Al_2 \begin{array}{l} \diagup Si = Na_2 \\ = Si = Al-SO_2-Na \\ \diagdown Si = Na_2 \end{array} \qquad Al_2 \begin{array}{l} \diagup Si = Ca \\ = Si = Al-SO_2-Na \\ \diagdown Si = Na_2 \end{array}$$

Nach der Ansicht, welche Molekularverbindungen annimmt, würde das vorher aufgestellte Schema III gelten, wenn statt NaCl die Verbindungen Na_2SO_4 oder $CaSO_4$ eingesetzt werden. Für die schwarzblaue Verbindung im Lasurstein wurde von Brögger und Bäckström eine Verbindung $Si_3O_{12}Al_3Na_5S_3$ angenommen, die sich vom Sodalith in der Weise ableitet, daß statt Cl die Gruppe S_3Na eingesetzt wird. Als Molekularverbindung betrachtet, wäre dies $Si_3O_{12}Al_3Na_3 . Na_2S_3$.

Von den eben genannten Forschern, ferner von Groth[1] wurde eine Ähnlichkeit der Konstitution der Sodalithgruppe mit jener der Granate vermutet und der letztere geradezu als ein Orthosilikat bezeichnet. Wäre dies richtig, so müßte der Granat dasselbe Verhalten zeigen wie die anderen Orthosilikate. Bei der Zersetzung mit Salzsäure müßte eine vollkommene

[1] Tabellarische Übersicht d. Min. 1898, p. 108.

Gallerte entstehen, die nach dem Trocknen sich schwarzblau färben läßt und der beim Knickpunkt einen Wassergehalt von zirka 37% zukäme. Wie Tschermak zeigte,[1] verhält sich der Granat jedoch ganz anders, indem derselbe eine pulverige Säure liefert, deren Wassergehalt beim Knickpunkte nahe an 17% beträgt, woraus zu schließen ist, daß eine Säure $Si_3O_8H_4$ gebildet wurde. Tschermak bezeichnet den Granat als ein Aluminatsilikat mit der Gruppierung

$$\begin{matrix} \underline{Al} - Ca \\ \underline{Al} - Ca \end{matrix} \Big\rangle Si \Big\langle \begin{matrix} \overline{Si} \\ \underline{Si} \end{matrix} \Big\rangle Ca$$

Die synthetischen Versuche haben bisher nicht zu dem Resultate geführt, Nosean und Hauyn von der durch Brögger und Bäckström an den natürlichen Vorkommen ermittelten Zusammensetzung darzustellen. Morozewicz, der in der genannten Abhandlung die früheren Versuche ausführlich bespricht, erhielt bei seinen Schmelzversuchen ein krystallinisches Produkt von der Zusammensetzung $2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 + Na_2SO_4$, was doppelt so viel Silikat bedeutet, als die oben angeführte Formel erfordert. Auch einer der Versuche Lemberg's und jener, den Ch. und G. Friedel anstellten, ergab ein solches Verhältnis. Demnach wären, obwohl dies Morozewicz nicht besonders anführt, zwei Arten von Nosean möglich. Derjenige von der früher betrachteten Zusammensetzung wäre vergleichsweise durch $2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 + 2\,Na_2SO_4$, der künstlich dargestellte durch $2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 + Na_2SO_4$ angegeben. Auch hier wäre eine Erklärung nur durch die Annahme von Molekularverbindungen möglich.

Ein ferneres interessantes Resultat jener Schmelzversuche war die Darstellung eines tesseralen Silikates, für welches Morozewicz, nach Abzug des vorher genannten Noseans, die Formel $Si_3O_{12}Al_2Na_6$ berechnete. Er bezeichnete dasselbe als Lagoriolith oder Natrongranat, wodurch eine Analogie aufgestellt wird, die nach meiner Ansicht gegenwärtig nicht anzunehmen wäre, weil jener Zusammensetzung eine andere

[1] Sitzungsberichte d. Wiener Akad., *115* (1906), 234.

chemische Struktur als die des Granats entspricht. Ein Blick auf die vorher angeführte Formel von Tschermak wird dies bestätigen. Bezüglich dieser Entdeckung muß wohl abgewartet werden, bis es gelingt, die Krystalle rein darzustellen und die daraus erhaltene Kieselsäure zu bestimmen.

Nephelin.

Wie bekannt, führen die Ergebnisse der Analysen, unter Voraussetzung, daß statt des gefundenen Kaliums und Calciums äquivalente Mengen von Natrium eingesetzt werden, auf ein Verhältnis, das sich der Formel SiO_4AlNa nähert, welche von den Brüdern Gmelin und von Bromeis vorgeschlagen wurde. Der stets beobachtete Überschuß von Silicium gegenüber dem Aluminium veranlaßte Scheerer, welcher eine größere Anzahl genauerer Bestimmungen ausführte, unter Berücksichtigung des Kaliumgehaltes für das Verhältnis Si : Al bestimmte Zahlen aufzustellen. Ebenso versuchte Rammelsberg eine empirische Formel zu konstruieren. Später gab Thugutt eine solche an, die wiederum andere Verhältnisse annimmt:

$Si_8O_{30}Al_7Na_6K$ Rammelsberg,
$Si_9O_{34}Al_8Na_6K_2$ Scheerer, Rauff,
$Si_{11}O_{42}Al_{10}Na_8K_2$ Thugutt.

Bloß die letzte Formel stand im Einklang mit einigen Beobachtungen, ergab jedoch keine Übereinstimmung mit der Mehrzahl der Analysen. Der Versuch, die für Nephelin erhaltenen Zahlen durch eine einzige Formel auszudrücken, konnte nicht als gelungen betrachtet werden.

Im Jahre 1907 veröffentlichte Morozewicz eine Abhandlung,[1] die einen großen Fortschritt bedeutet. In dieser vorzüglichen Arbeit, welche ungemein sorgfältige Analysen und eine Diskussion sämtlicher früherer Beobachtungen enthält, entwickelte er die Ansicht von der Existenz mehrerer Verbindungen in diesem Mineral. Er gab mehrere empirische Formeln an, welche eine Reihe darstellen:

[1] Anzeiger der Akad. d. Wiss. Krakau 1907, p. 958.

$$Si_{11}O_{42}Al_{10}Na_8K_2 = Si_3O_{10}Al_2K_2 . 4 \; Si_2O_8Al_2Na_2$$
$$Si_{12}O_{46}Al_{11}Na_9K_2 = Si_3O_{10}Al_2K_2 . 4^1/_2 \; Si_2O_8Al_2Na_2$$
$$Si_{13}O_{50}Al_{12}Na_{10}K_2 = Si_3O_{10}Al_2K_2 . 5 \; Si_2O_8Al_2Na_2$$
$$Si_{14}O_{54}Al_{13}Na_{11}K_2 = Si_3O_{10}Al_2K_2 . 5^1/_2 \; Si_2O_8Al_2Na_2$$
$$Si_{23}O_{90}Al_{22}Na_{18}K_4 = Si_5O_{18}Al_4K_4 . 9 \; Si_2O_8Al_2Na_2$$

Damit waren drei und nach Zurechnung der nicht besonders hervorgehobenen Calciumverbindungen vier verschiedene Silikate als Grundsubstanzen angenommen. Die Analysen stimmen mit den hier aufgestellten Forderungen annähernd überein, wenngleich sich noch Abweichungen zeigen, die auf das Vorhandensein eines ferneren Silikates hinweisen. Die angenommene Reihe endigt außerdem in einem Gliede, das den übrigen nicht vollkommen entspricht. Beides rührt daher, daß das Kalium bloß einer einzigen Verbindung zugeschrieben wird. Bezüglich dessen ergibt eine genauere Prüfung folgendes: Werden die gefundenen Verhältnisse bezüglich Silicium, Aluminium, Kalium durch m Si : n Al : p K bezeichnet, so sollte in jedem Nephelin mit Ausnahme der letzten Reihe $2(m-n) = p$ sein und in dem letzten Falle $4(m-n) = p$. Für die Analysen, welche zur Aufstellung jener Formeln führten, berechnen sich folgende Werte:

Mariupol 3.	$2(m-n)$	= 1·36	gefunden	1·29
» 1.	»	= 1·40	»	1·20
Dunganton	»	= 1·14	»	1·14
Vesuv 2.	»	= 1·02	»	0·92
Mias	$4(m-n)$	= 1·64	»	1·24

Die Rechnung stimmt also mehrmals nicht gut mit der Beobachtung überein, daher eine Annahme, welche den Kaliumgehalt nicht bloß von der Differenz $(m-n)$ abhängig macht, mehr Aussicht auf Geltung hat.

Die Glieder der angeführten Reihe können als Molekularverbindungen von je zwei verschiedenen Silikaten aufgefaßt werden und dies erinnert an die Sodalithgruppe, deren Glieder auch als Molekularverbindungen, jedoch eines Silikates mit einem davon ganz verschiedenen Salze betrachtet werden können. Die angegebenen Stufen zeigen bloß geringe Unter-

schiede der Zusammensetzung an, daher an einen kontinuierlichen Übergang zwischen denselben zu denken sein dürfte. Dies führte zu der Annahme einer Mischungsreihe und überhaupt zu dem Begriff einer isomorphen Mischung mehrerer Verbindungen im Nephelin.

Damit ist die Aufgabe angedeutet, durch Vergleichen der Analysen jene Konstanten aufzufinden, die sich in wechselnden Verhältnissen in der gleichen Krystallform vereinigen. Die Lösung dieser Frage ist aber keine leichte, denn es sind hier mehrere verschiedene einfache Verbindungen oder Grundsubstanzen als möglich in Betracht zu ziehen und nach vielen Versuchen die geeigneten auszuwählen. Ich habe mich bemüht, alle irgend wahrscheinlichen Annahmen zu prüfen, indem ich jede derselben durchrechnete und mit den Resultaten aller vertrauenswürdigen Analysen verglich. Schließlich stellte sich heraus, daß eine Hypothese allen übrigen vorzuziehen ist, weil sie die beste Übereinstimmung mit den Beobachtungen ergibt. Die auf solche Weise berechneten Grundverbindungen sollen hier aufgezählt werden.

Als herrschende Verbindung wurde von Morozewicz das Silikat $Si_2O_8Al_2Na_2$ angenommen, doch sprechen mehrere Gründe dafür, daß im Nephelin dasselbe Silikat dominiere wie in der Sodalithgruppe. Thugutt[1] beobachtete bei der Behandlung von Nephelin und Eläolith mit Kaliumcarbonatlösung die Abspaltung von ungefähr einem Drittel des Aluminiumgehaltes, was die Formel mit Al_3 wahrscheinlich macht. Bei der Umwandlung des Eläoliths entsteht gewöhnlich Natrolith, wie dies auch beim Sodalith beobachtet wird.

Da überdies der Nephelin in der Natur unter denselben Umständen gebildet wird wie der Sodalith, so darf mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß hier wie dort ebendieselbe Silikatgruppe $Si_3O_{12}Al_3Na_3$ als wesentliche Grundsubstanz auftrete.

Analog dieser ist die Kaliumverbindung $Si_3O_{12}Al_3K_3$, welche hauptsächlich den Kaliophilit (Phakellit) bildet. Derselbe wurde gleichwie der Nephelin von Mierisch in den Somma-

[1] Jahrb. f. Min., Beilageb. 9 (1894—1895), p. 554.

blöcken und von Scacchi in einem augithaltigem Gemenge beobachtet, wo er zuweilen undeutliche sechsseitige Säulchen bildet. Die Analyse von Mierisch beansprucht zwar nicht den höchsten Grad von Genauigkeit, sie genügt aber, um zu zeigen, daß obiges Silikat mit einer geringen Menge des entsprechenden Na- und Ca-Silikates gemischt erscheint. Wenn der Annahme dieser Verbindung entgegengehalten würde, daß man die analogen Kalium- und Natriumverbindungen nicht ohneweiters als isomorph betrachten dürfe, so wäre zu bemerken, daß hier keine unbegrenzte Mischbarkeit angenommen wird, sondern, wie in so vielen Natriumsilikaten, die entsprechende Kaliumverbindung nur untergeordnet sich beifügt.

Die Calciumverbindung erscheint immer nur in geringen Mengen. Sie kann von der Natriumverbindung abgebildet werden und es ergibt sich für dieselbe mit großer Wahrscheinlichkeit die Formel $Si_3O_{12}Al_3CaNa$. Ein Mineral von dieser Zusammensetzung ist zwar isoliert nicht bekannt, muß aber schon in einem calciumhaltigen Sodalith als existierend angenommen werden. Auch kann die Verbindung mit dem Anorthit in Beziehung gebracht werden, der gleichfalls unter den Mineralen der Sommablöcke vorkommt:

$$Si_3O_{12}Al_3CaNa = Si_2O_8Al_2Ca + SiO_4AlNa.$$

Das letzte Glied entspricht der im Nephelin herrschenden Verbindung. Man könnte demnach, wenn es sich bloß um die Berechnung der Analyse handelt, das Anorthitsilikat als beigemischt betrachten. Da aber hier die miteinander isomorphen Grundsubstanzen ermittelt werden sollen und den isomorphen Verbindungen die gleiche Molekulargröße zuzuschreiben ist, so kann als Calciumverbindung nur die erste oben bezeichnete angenommen werden.

Der Überschuß von Si gegenüber Al, den die Analysen des Nephelins ergeben, läßt sich nur durch die Gegenwart eines Silikates erklären, das siliciumreicher ist als die hauptsächliche Verbindung. Morozewicz hat das Silikat $Si_3O_{10}Al_2K_2$ angenommen, doch ist diese Verbindung bisher nicht bekannt. Unter den Silikaten von gleicher Bildung mit dem Nephelin ist

jenes, dessen Wahl am nächsten liegt, das Leucitsilikat $Si_4O_{12}Al_2K_2$, das schon von Rammelsberg, Doelter u. a. im Nephelin vermutet wurde. Der Leucit krystallisiert je nach der Temperatur tesseral oder — vielleicht — rhombisch. Obgleich man sich die Annahme gestatten dürfte, daß dieselbe Verbindung auch in eine hexagonale Form eintreten könne, so scheint dieselbe überflüssig, erstens, weil das im Nephelin beigemischte Silikat noch eine andere chemische Konstitution besitzen kann als das Leucitsilikat, zweitens, weil, wie die Folge zeigen wird, jenes nicht für sich, sondern in einer Molekularverbindung und in bezug auf das Ganze nur untergeordnet auftritt.

Nach diesen Annahmen wären vier Silikate, die in wechselndem Verhältnis gemischt sind, vorhanden.

$$x \times Si_3O_{12}Al_3Na_3$$
$$y \times Si_3O_{12}Al_3K_3$$
$$z \times Si_3O_{12}Al_3CaNa$$
$$v \times Si_4O_{12}Al_2K_2.$$

Die folgende Berechnung läßt erkennen, ob diese Annahmen den Beobachtungen entsprechen. Nicht alle Analysen genügen den hier gestellten Ansprüchen. Morozewicz hat bereits jene, die weniger vertrauenswürdig oder fehlerhaft sind, ausgeschieden, wobei sich zeigte, daß von den älteren Bestimmungen jene von Scheerer ausgeführten, von den neueren wohl die Mehrzahl brauchbar sind. Nur jene, welche ziemlich nahe der Forderung entsprechen, daß das Äquivalent von einem Drittel des Aluminiums jenem der übrigen Metalle zusammengenommen gleich ist, können für die Berechnung verwendet werden. Auch bei diesen deuten die gefundenen Mengen von Eisen, die Spuren von Mg, Cl, SO_3 auf fremde Beimengungen hin und schon vor längerer Zeit hat Zirkel in Eläolithen geringe Mengen von Sodalith und in dem grünen von Fredriksvärn Einschlüsse von Amphibol angegeben, die aber später von Brögger als Chlorit erkannt wurden. Der Betrag der Beimengung ist jedoch hier so gering, daß eine von diesem Mineral existierende Analyse von Scheerer trotzdem für die Berechnung brauchbar bleibt. Analysen, die größere

Mengen von Eisen angeben, wurden aber weggelassen. In allen hierher gehörigen Mineralen wurden geringe Quantitäten von Wasser gefunden, sehr wenig in dem vulkanischen Nephelin, mehr im Eläolith. Der ursprüngliche Zustand des Minerals ist, nach allen Vergleichen zu schließen, der wasserfreie. Im Eläolith könnte ein Teil des gefundenen Wassers chemisch gebunden sein, wie im Cancrinit, jedoch läßt sich die Menge desselben nicht angeben. Demnach wurde bei der Berechnung auf das Wasser keine Rücksicht genommen. Analysen mit großem Wassergehalt wurden ausgeschieden. Schließlich bleibt noch eine Anzahl derselben übrig, welche genügt, um das Statthaben der oben angeführten Gesetze prüfen zu können.

Nephelin in freien Krystallen:

	x	y	z	v
1. Vesuv 1, Morozewicz	1·51	0·29	0·32	0·17
2. Vesuv 2, Morozewicz	1·53	0·13	0·40	0·25
3. Vesuv, Mittel von drei Analysen, Scheerer	1·54	0·10	0·33	0·35
4. Vesuv, Mittel von fünf Analysen, Rauff	1·54	0·08	0·30	0·39

Nephelin im Gestein:

	x	y	z	v
5. Katzenbuckel, Scheerer	1·62	0·13	0·15	0·39

Eläolith:

	x	y	z	v
6. Mariupol, Mittel von 1 und 2, Morozewicz	1·70	0·17	0·08	0·345
7. Mariupol 3, Morozewicz	1·70	0·20	0·05	0·34
8. Mias, Morozewicz	1·75	0·283	0·06	0·20
9. Mias, Scheerer	1·70	0·17	0·07	0·37
10. Kangerdluarsuk, Krystall, Lorenzen	1·61	0·10	0·13	0·42
11. Loven, Morozewicz	1·68	0·11	0·09	0·43
12. Fredriksvärn, grün, Scheerer	1·80	0·05	0·06	0·53
12*a*. Fredriksvärn nach Abzug von Chlorit	1·67	0·04	0·06	0·54

	x	*y*	*z*	*v*
13. Dunganton, Harrington	1·80	0·18	0·03	0·30
14. Salem, Balch..............	1·69	0·03	0·11	0·47

Die Berechnung der Analysen auf Grund vorstehender Verhältnisse liefert die folgenden Zahlen:

	Si	Al	Ca	K	Na	
1. Vesuv 1........	7·04	6·70	0·32	1·21	4·85	ber.
	7·04	*6·68*	*0·33*	*1·23*	*4·87*	beob.
2. Vesuv 2........	7·18	6·68	0·40	0·89	4·99	ber.
	7·18	*6·67*	*0·45*	*0·92*	*5·04*	beob.
3. Vesuv	7·31	6·61	0·33	1·00	4·95	ber.
	7·30	*6·61*	*0·33*	*1·00*	*4·97*	beob.
4. Vesuv	7·32	6·54	0·30	1·02	4·92	ber.
	7·29	*6·51*	*0·33*	*1·01*	*5·15*	beob.
5. Katzenbuckel ...	7·26	6·48	0·15	1·17	5·01	ber.
	7·24	*6·46*	*0·15*	*1·19*	*5·10*	beob.
6. Mariupol 1, 2....	7·23	6·54	0·08	1·20	5·18	ber.
	7·22	*6·53*	*0·08*	*1·19*	*5·16*	beob.
7. Mariupol 3	7·21	6·53	0·05	1·28	5·15	ber.
	7·21	*6·53*	*0·05*	*1·29*	*5·15*	beob.
8. Mias	7·08	6·68	0·06	1·25	5·31	ber.
	7·08	*6·67*	*0·06*	*1·24*	*5·30*	beob.
9. Mias...........	7·30	6·56	0·07	1·25	5·17	ber.
	7·32	*6·58*	*0·07*	*1·22*	*5·11*	beob.
10. Kangerdluarsuk .	7·23	6·39	0·13	1·14	5·00	ber.
	7·18	*6·33*	*0·13*	*1·19*	*5·32*	beob.
11. Loven	7·36	6·50	0·09	1·19	5·13	ber.
	7·37	*6·53*	*0·08*	*1·17*	*5·05*	beob.
12. Fredriksvärn	7·49	6·43	0·06	1·21	5·10	ber.
	7·49	*6·46*	*0·06*	*1·20*	*5·06*	beob.
12 *a*. Fredriksvärn ohne Chlorit	7·47	6·39	0·06	1·22	5·07	ber.
	7·47	*6·39*	*0·06*	*1·20*	*5·06*	beob.
13. Dunganton	7·23	6·63	0·03	1·14	5·43	ber.
	7·20	*6·64*	*0·03*	*1·14*	*5·46*	beob.
14. Salem	7·38	6·44	0·11	1·03	5·18	ber.
	7·34	*6·40*	*0·11*	*1·08*	*5·47*	beob.

In dem Eläolith von Dunganton ist bloß ein Minimum der Calciumverbindung, in jenem von Salem ein Minimum der zweiten (kaliumhaltigen) Verbindung vorhanden. Mithin sind diese beiden für die Nephelinmischung als nicht wesentlich zu betrachten.

Die vollkommene Übereinstimmung der theoretischen Zahlen mit den Resultaten der einwandfreien, sorgfältig ausgeführten Analysen spricht für die Richtigkeit der Annahme, daß der unveränderte Nephelin und Eläolith aus den genannten vier Verbindungen besteht. Die zuerst angeführte, welche auch die Grundlage des Sodaliths bildet, ist hier immer weit überwiegend und die Zahlen für x sind immer um vieles höher als die Summe $y+z+v$. Das Verhältnis beider Werte soll später noch einer Besprechung unterzogen werden.

Über die Konstitution der Verbindungen läßt sich eine begründete Vermutung aufstellen, wenn es gelingt, die Kieselsäuren zu bestimmen, von denen der Nephelin abzuleiten ist. Von dem vesuvischen Vorkommen, das freie Krystalle bildet, eine geeignete Quantität (mindestens 5 *g*) zu gewinnen, war mir nicht möglich, hingegen hatte Herr Prof. Morozewicz die große Güte, mir von dem reinen Eläolith von Mias, ferner von Mariupol 2 je eine ausreichende Menge zu überlassen, wofür ich ihm den besten Dank ausspreche. So war ich in der Lage ein Material zu benützen, das schon sorgfältig analysiert war, und ich war der Mühe enthoben, die Zusammensetzung zu bestimmen. Für den Eläolith von Mias fand Morozewicz folgende Zahlen, denen ich die aus den vorher angeführten Verhältnissen berechneten beifüge:

		Gefunden	Berechnet
SiO_2	=	42·71	42·85
TiO_2	=	0·04	—
Al_2O_3	=	33·83	33·95
Fe_2O_3	=	0·40	0·40
CaO	=	0·32	0·34
K_2O	=	5·86	5·90
Na_2O	=	16·46	16·50
H_2O	=	0·18	—
Einschl.	=	0·06	0·06
		99·86	100

Die erhaltene Kieselsäure war eine vollkommene Gallerte und es zeigten sich nur sehr geringe Mengen von zarten Flocken, was auf die Gegenwart einer pulverigen Kieselsäure hinwies. Nach dem Trocknen nahm das mit Methylenblau behandelte Produkt eine schwarzblaue Farbe an. Der eine Versuch lieferte bei täglich einmaliger Wägung folgende Entwässerungskurve:

5371 3786 2450 1499 ⁞ 1256 1223 1208
1585 1356 951 243 33 15

Nach der von Tschermak angegebenen Formel

$$G_K = g - \partial_1 \frac{\partial_2 - \partial_3}{\partial_1 - \partial_3}$$

berechnet sich, da $g = 1499$, $\partial_1 = 951$, $\partial_2 = 243$, $\partial_3 = 33$,

$$G_K = 1281 \cdot 5.$$

Da nun der Wassergehalt beim Gewichte 1208 zu 405 bestimmt wurde, so ergibt sich der Wassergehalt beim Knickpunkt

$$W_K = (405 + 1281 \cdot 5 - 1208) : 1281 \cdot 5 = 37 \cdot 34\,\%.$$

Ein zweiter Versuch, bei welchem die Wägungen in Intervallen von zwölf Stunden vorgenommen wurden, lieferte die Zahlen:

2180 1830 1588 1446 ⁞ 1406 1383 1372 1362
350 242 142 40 23 11 10

Hier ist $g = 1446$, $\partial_1 = 142$, $\partial_2 = 40$, $\partial_3 = 23$ und es berechnet sich $G_K = 1425 \cdot 7$.

Schließlich, da beim Gewichte 1362 der Glühverlust 455 *mg* betrug, ist der Wassergehalt beim Knickpunkte

$$W_K = (455 + 1425 \cdot 7 - 1362) : 1425 \cdot 7 = 36 \cdot 38\,\%.$$

Da die Berechnung der Orthokieselsäure auf 37·40% Wasser führt, so zeigt sich hier, daß die beiden Bestimmungen, nämlich 37·34 und 36·38 unter dieser Zahl bleiben. Da aus der Entwässerungskurve nur annähernde Werte zu erhalten sind, ist aus den angeführten Zahlen bloß zu entnehmen, daß die dargestellte Kieselsäure beim Trocknen sich nahezu wie Orthokieselsäure verhält, und dies läßt schließen, daß das ursprüngliche Mineral zum größten Teil aus Orthosilikaten besteht.

Die vorher aufgestellten Formeln $Si_3O_{12}Al_3Na_3$, $Si_3O_{12}Al_3K_3$, $Si_3O_{12}Al_3CaNa$ würden demnach Orthosilikaten entsprechen. Die vierte Verbindung $Si_4O_{12}Al_2K_2$ kann aber nicht auf ein solches Silikat bezogen werden, vielmehr dürfte sich dieselbe von einer Säure mit dem Verhältnis $Si : H_2$ ableiten. Versucht man mit dieser Annahme aus den früher angeführten Zahlen das hier zu erwartende Kieselsäuregemisch zu berechnen, so ergibt sich folgendes: Die ersten drei Verbindungen als Orthosilikate betrachtet, ergeben das Verhältnis von Silicium und Wasserstoff $3(x+y+z) : 12(x+y+z)$ und die letzte Verbindung $4v : 8v$, zusammen 7·08 : 26·72, was auf einen Wassergehalt von 36·05% führt. Der Versuch sollte also für den Wassergehalt des Präparates beim Knickpunkte ungefähr 36% ergeben, tatsächlich wurde ein etwas höherer Betrag gefunden. Über die Kieselsäure, welche sich auf die letzte der vier Verbindungen bezieht, konnte demnach etwas Sicheres nicht ermittelt werden, doch ist es als höchst wahrscheinlich zu betrachten, daß das angenommene Verhältnis besteht, also die Verbindung $Si_4O_{12}Al_2K_2$ von der Säure $Si_2O_6H_4$ oder $Si_4O_{12}H_8$ sich ableitet.

Etwas günstiger für die Entscheidung der vorliegenden Frage scheint die Darstellung der Kieselsäure aus dem mir zur Verfügung stehenden Eläolith von Mariupol zu sein, weil hier die Menge der vierten Verbindung sich größer berechnet. Für diesen haben die Analysen von Morozewicz die Zahlen unter I und II ergeben, welche für wasserfreies Mineral gelten und mit den beigefügten Resultaten der Berechnung nach den früher aufgestellten Verhältnissen $x = 1·70$, $y = 0·17$, $z = 0·08$, $v = 0·345$ verglichen werden können.

	I	II	Ber.
SiO_2	43·98	43·85	43·83
TiO_2	0·10	0·07	—
Al_2O_3	33·37	33·12	33·09
Fe_2O_3	0·48	0·75	0·80
CaO	0·49	0·31	0·45
K_2O	5·73	5·60	5·68
Na_2O	16·03	16·27	16·15
	100·18	99·97	100

Bei der Zersetzung des Minerals II zeigte sich wiederum die Bildung einer vollkommenen Gallerte mit wenigen zarten Flocken und nach dem Trocknen und Behandeln mit Methylenblau die schwarzblaue Färbung. Es wurden zwei Proben in gleicher Weise zersetzt, die eine nach vollständiger Reinigung zur Bestimmung der Entwässerungskurve, die andere zur Ermittelung der Menge des unzersetzten Rückstandes benützt, welcher letzte, wie Morozewicz angibt, ungefähr 10% betrug. Das Präparat für die Entwässerung enthielt also außer dem Kieselsäuregemisch auch einen unzersetzten Anteil, dessen Betrag von den erhaltenen Zahlen abgezogen wurde.

Bei den Wägungen in zwölfstündigen Intervallen wurde folgende Kurve erhalten:

2695		2086		1877		1734		1593		1559		1533		1515
	609		209		143		141		34		26		18	

Der Knickpunkt trifft fast genau mit dem Gewichte 1593 zusammen, mithin ist:

$$G_K = 1593$$

und es berechnet sich, da der Glühverlust beim Gewichte 1515 zu 486 bestimmt wurde, der Wassergehalt beim Knickpunkte:

$$W = (486 + 1593 - 1515) : 1593 = 35 \cdot 40\,\%.$$

Auch hier ist der so erhaltene Betrag geringer als der Wassergehalt der Orthokieselsäure von 37·40%, was auf den Einfluß der aus der 4. Verbindung entstehenden Kieselsäure

hindeutet. Wird eine Berechnung des zu erwartenden Wassergehaltes auf Grund der oben angegebenen Zahlen ausgeführt, so ergibt sich das Verhältnis von Silicium und Wasserstoff zu 7·23 : 26·16, das einen Wassergehalt von 35·084% entspricht.

Die Beobachtung hat nahezu diesen Wert ergeben und, obwohl dieselbe immer nur annähernde Resultate liefert, so kann sie doch als eine beiläufige Bestätigung der bezüglich der 4. Verbindung gemachten Annahme gelten.

Wird nunmehr der Versuch gemacht, die wahrscheinliche Konstitution der vier Verbindungen in gleicher Weise wie vorher beim Sodalith in einer Ebene darzustellen und dabei die Ähnlichkeit des Gefüges anzudeuten, so werden folgende Bilder erhalten:

$Al_2 = Si = Na_2$, $Al_2 = Si = Al$, $Al_2 - Si \angle Na$	$Al_2 = Si = K_2$, $Al_2 = Si = Al$, $Al_2 - Si \angle K$	$Al_2 = Si = Ca$, $Al_2 = Si = Al$, $Al_2 - Si \angle Na$	$Al_2 = Si$ (Si, K, Si, Si, K)
$Si_3O_{12}Al_3Na_3$	$Si_3O_{12}Al_3K_3$	$Si_3O_{12}Al_3CaNa$	$Si_4O_{12}Al_2K_2$

In den ersten drei Verbindungen erscheint ein Aluminiumatom in einer etwas anderen Bindung als die beiden anderen und dies entspricht den von Thugutt gemachten Beobachtungen,[1] denen zufolge ein Drittel des Aluminium- und Natriumgehaltes leicht aus dem Verbande tritt. Die letzte Verbindung hätte dieselbe Zusammensetzung wie der Leucit, doch ist es möglich, daß dieses Mineral eine andere Konstitution besitzt als die oben angenommene.

Die bisher nachgewiesenen Umwandlungen des Nephelins lassen sich aus der vorher angegebenen Zusammensetzung ableiten. Die gewöhnliche Veränderung des Eläoliths besteht in der Bildung von Natrolith. Das entsprechende Produkt hat die Namen Spreustein, Hydronephelit, Ranit erhalten.[2] Daß

---

[1] Jahrb. f. Min. 1910, Bd. I, 25.

[2] S. d. Lit. i. d. Mikrosk. Physiographie d. Min. von Rosenbusch und Wülfing, II (1905), 112.

dasselbe kein einfaches Mineral, sondern ein Gemenge von Natrolith, Hydrargillit und Diaspor ist, hat Thugutt durch sorgfältige Untersuchungen nachgewiesen. Wird von der vierten der oben angenommenen Verbindungen abgesehen, so ist die Ableitung dieselbe wie beim Sodalith. Unter der Voraussetzung, daß nur Hydrargillit als Nebenprodukt erscheint, würde das Schema sein:

$$Al_2 \begin{cases} = Si = Na_2 \\ = Si = Al \\ - Si \angle Na \end{cases} \qquad Al_2 \begin{cases} = Si = Na_2 \\ = Si = H_2 \\ - Si = H_2 \end{cases} \qquad \begin{matrix} H_2 = Al \\ H \diagup \end{matrix}$$

Eläolith — Natrolith — Hydrargillit

Eine andere Art der Umwandlung ist jene in Sodalith. Dieselbe ist von Blum, Strüver[1] und Ussing[2] beschrieben und darf als sicher nachgewiesen betrachtet werden, obgleich der Sodalith in vielen Fällen als Einschluß und nicht als epigenetisches Produkt erscheint. Wird eine solche Bildung, welche auch durch die Versuche von Lemberg als möglich erkannt wurde, angenommen, so ist dieselbe durch den Vergleich mit den beim Sodalith erwähnten Verbindungen auch leicht verständlich. Mit dem Sodalith erscheint bisweilen auch Analcim als Neubildung, doch zeigt sich nach Brögger ein Bild, das mehr einer Verdrängung entspricht,[3] weil die Pseudomorphose nicht einen Übergang zwischen dem Eläolith und der Neubildung darstellt, sondern eine scharfe Abgrenzung darbietet. Trotzdem dürfte der Analcim aus der Substanz des Eläoliths gebildet sein. In der Tat läßt sich aus der vierten der angenommenen Verbindungen die Zusammensetzung des Analcims ableiten. In dem Eläolith von Fredriksvärn, der besonders reich an dieser Verbindung ist, beträgt dieselbe $20 \cdot 7^0/_0$, woraus in bezug auf das ursprüngliche Mineral berechnet, $22 \cdot 6^0/_0$ Analcim entstehen können. Demgemäß würde eine aus Eläolith entstehende Pseudomorphose Hohlräume

[1] Atti acad. Torino, 7, p. 329.

[2] S. d. Litt. i. d. Mikrosk. Physiographie v. Rosenbusch u. Wülfing, II (1905), 112.

[3] Zeitschr. f. Kryst., *16* (1890), 224.

zeigen, die allenfalls mit dem aus der ersten Verbindung gebildeten Sodalith gefüllt wären. Dies entspricht auch beiläufig der von Brögger beschriebenen Pseudomorphose. Die chemische Konstitution des Analcims $Si_4O_{14}Al_2Na_2H_4$ läßt sich nach dem von Baschieri erhaltenen Resultate[1] einigermaßen erraten, nachdem er beim Knickpunkte eine Säure $Si_4O_{12}H_8$ angezeigt fand. Dem Analcim würde nämlich eine Struktur $Si_4O_{12}(AlOH)_2Na_2H_2$ zugesprochen werden und es würde der Vorgang anschaulich gemacht durch die Bilder:

$$\begin{array}{ccc} & \diagup Si & \diagdown\, K \\ & | & \\ Al_2 = & Si & Si \\ & | & | \\ & \diagdown Si & \diagup\, K \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} & \diagup Si - Na & \\ & | \quad \diagdown & \\ (H-Al)_2 = & Si & Si = H_2 \\ & | \quad \diagup & \\ & \diagdown Si - Na & \end{array}$$

4. Verb. d. Nephelins — Analcim

Eine umstrittene Frage ist die nach der Bildung von Muscovit aus Nephelin. Brögger hält eine solche für wahrscheinlich, ebenso Thugutt. Auch wenn dieselbe mit Sicherheit nachgewiesen wäre, ließe sich doch Genaueres über den Vorgang nicht angeben, weil die chemische Konstitution des Muscovits bis jetzt gänzlich unbekannt ist. Dieselbe wäre aber gewiß nicht so einfach zu denken, als es beim Vergleich der empirischen Formeln $Si_3O_{12}Al_3Na_3$ und $Si_3O_{12}Al_3KH_2$ scheinen könnte.

Es ist von großem Interesse, die chemische Zusammensetzung des Nephelins durch eine Synthese kontrolliert zu sehen, doch sind die Versuche von Fouqué und Lévy sowie jene von Hautefeuille, Bourgeois, Doelter nicht ausreichend, um zu beweisen, daß es gelungen sei, eine Verbindung von den Eigenschaften dieses Minerals künstlich darzustellen. Ein bedeutender Fortschritt wurde durch C. und G. Friedel erzielt,[2] welche durch Erhitzen von Muscovit mit Kalium- oder Natriumcarbonat und Wasser bei ungefähr 500° ein krystallinisches Produkt erhielten, dessen chemische und

---

[1] Atti della soc. Toscana d. sc. nat. Memorie, B. 24 (1908).

[2] Bull. soc. min., *13* (1890), 129.

physikalische Eigenschaften denen des Nephelins ähnlich sind. Die Analyse des einen Präparates, die mit 0·431 *g* ausgeführt wurde, gab im Mittel die Zahlen unter I, während jene unter II die vorher unter Vesuv 1 benutzten Resultate anführen, nachdem statt der kleinen Menge Eisenoxyd das Äquivalent Aluminiumoxyd und statt der geringen Quantität Calcium das Äquivalent Natrium eingesetzt worden:

	I	II
SiO_2 =	41·56	42·53
Al_2O_3 =	34·07	34·11
Na_2O =	16·55	17·36
K_2O =	7·42	5·82

Daraus geht die Ähnlichkeit des Kunstproduktes mit Nephelin hervor, wenngleich sich Unterschiede im Silicium und Kaliumgehalt ergeben. Von Wichtigkeit ist aber die Beobachtung, daß nach dem Zusammenfügen von Muscovit und Natriumcarbonat Krystalle mit 16·5% Na_2O und 7·4% K_2O und nach Zusammenfügen von Muscovit und Kaliumcarbonat Krystalle mit 13·2% Na_2O und 9·6% K_2O erhalten wurden. Der Natriumgehalt der letzteren Krystalle wurde von der geringen Menge von Natrium im Muscovit abgeleitet. Sonach haben sich auch unter den für die Nephelinbildung ungünstigen Umständen Krystalle mit vorwiegendem Na-Gehalte und relativ geringem K-Gehalte gebildet. Damit ist aber gezeigt, daß für das Zustandekommen von Nephelin beide Alkalien erforderlich sind, und daß speziell ein Kaliumgehalt für die Bildung von Nephelin Bedingung ist. Dies wird in entgegengesetzter Weise durch mehrere Versuche bestätigt. Brögger und Bäckström[1] erhielten durch Zusammenschmelzen von Kaolin und Soda ein Produkt von der Zusammensetzung $Si_nO_{4n}Al_nNa_n$, das isotrope Körner bildete, Thugutt erzeugte auf ähnlichem Wege ein ebenso zusammengesetztes Präparat,[2] welches er Natronanorthit nannte und das doppeltbrechende Körner zeigte, die vermöge ihrer polysynthetischen Zwillingsbildung an einen

[1] Zeitschr. f. Kryst., *18* (1891), 242.

[2] Jahrb. f. Min. Beilagebd., 9 (1894—1895), p. 554.

Plagioklas erinnern. In letzter Zeit hat Allen durch Zusammenschmelzen der Bestandteile in jenem Verhältnis ein körniges Produkt erhalten, welches nach den Beobachtungen von Washington und Wright[1] die gleiche Struktur darbietet. In allen diesen drei Fällen ist bei Abwesenheit von Kalium keine Ähnlichkeit mit Nephelin wahrgenommen worden. Würde für die hier erhaltenen Präparate die Formel $Si_3O_{12}Al_3Na_3$ angenommen, so wären diese Versuche eine Bestätigung dafür, daß dieses Silikat allein keinen Nephelin bildet. Die Frage, warum der Kaliumgehalt für Nephelin wesentlich ist und doch nur bis zu einer bestimmten Grenze von ungefähr 6% steigt, ist bisher nicht erörtert worden. Morozewicz hat dieselbe beantwortet durch die Annahme einer bestimmten Natriumverbindung, die sich an eine Kaliumverbindung von steigendem Siliciumgehalt anfügt, jedoch war er genötigt, zwei verschiedene Typen aufzustellen. Bei der von mir entwickelten Hypothese isomorpher Mischungen stellt sich die Sache so dar, daß zwei Kaliumverbindungen in die Mischung treten, jedoch immer in relativ geringem Betrage, daher in der Mischungsreihe die kaliumreichen Glieder fehlen, wonach das herrschende Silikat $Si_3O_{12}Al_3Na_3$ nicht befähigt wäre, mit einer größeren Menge der Kaliumverbindungen zusammen zu krystallisieren. Um die vorliegende Frage zu lösen, erscheint es erforderlich, zu untersuchen, ob zwischen der herrschenden Verbindung und den in geringer Menge vorhandenen Ca- und K-Verbindungen ein bestimmtes Verhältnis besteht. Um dies zu prüfen, greife ich auf die frühere Bezeichnung zurück, auf das Verhältnis von x und der Summe $y+z+v$. Hier zeigt sich aber ein merklicher Unterschied zwischen dem frei auskrystallisierenden Nephelin vom Vesuv gegenüber dem im Gestein enthaltenen Nephelin und dem Eläolith, daher dieselben getrennt zu betrachten sind.

Die Analysen des vesuvischen Nephelins ergeben folgendes:

$x : (y+z+v)$ in 1. $= 1 \cdot 51 : 0 \cdot 78 = 1 \cdot 94 : 1$
» 2. $= 1 \cdot 53 : 0 \cdot 78 = 1 \cdot 96 : 1$
» 3. $= 1 \cdot 54 : 0 \cdot 78 = 1 \cdot 98 : 1$
» 4. $= 1 \cdot 54 : 0 \cdot 77 = 2 \cdot 00 : 1$

[1] American. Journ., *29* (1910), 56.

Demnach existiert hier ein Verhältnis, welches sich dem von 2 : 1 so sehr nähert, daß dieses als richtig angenommen werden darf und wonach eine Mischung von drei Verbindungen vorhanden wäre, nämlich:

$$y\ (2\ Si_3O_{12}Al_3Na_3 + Si_3O_{12}Al_3K_3)$$
$$z\ (2\ Si_3O_{12}Al_3Na_3 + Si_3O_{12}Al_3CaNa)$$
$$v\ (2\ Si_3O_{12}Al_3Na_3 + Si_4O_{12}Al_2K_2)$$

Werden die Analysen daraufhin berechnet, so ergibt sich für

1. das Verhältnis	$y = 0\cdot29$,	$z = 0\cdot30$,	$v = 0\cdot175$
2. » »	0·141	0·37	0·26
3. » »	0·10	0·32	0·353
4. » »	0·08	0·30	0·39

und dementsprechend folgen die Zahlen für

	Si	Al	Ca	K	Na	
1	7·06	6·71	0·30	1·22	4·89	ber.
	7·04	*6·68*	*0·33*	*1·23*	*4·87.*	beob.
2	7·20	6·68	0·37	0·94	5·00	ber.
	7·18	*6·67*	*0·36*	*0·92*	*5·04*	beob.
3	7·31	6·60	0·32	1·01	4·96	ber.
	7·30	*6·61*	*0·33*	*1·00*	*4·97*	beob.
4	7·32	6·54	0·30	1·02	4·92	ber.
	7·29	*6·51*	*0·33*	*1·01*	*5·15*	beob.

Die Übereinstimmung der Rechnung mit der Beobachtung ist eine vollkommene, denn die Differenz beträgt im höchsten Falle nicht mehr, als der mögliche Fehler der Bestimmung ausmacht, nur in der letzten Zahl, die sich auf Natron in der Analyse von Rauff bezieht, erscheint ein größerer Unterschied, nämlich 0·7 Gewichtsprozente, was auf die Anwendung der älteren analytischen Methoden zurückgeführt werden kann.

Die Analysen des vesuvischen Nephelins lassen demnach die Existenz von Molekularverbindungen vermuten und dies erinnert an die Wahrnehmung bei der Sodalithgruppe. Dort hat sich gezeigt, daß die Zusammensetzung in der Weise aufgefaßt werden kann, daß das Silikat $Si_3O_{12}Al_3Na_3$ mit Chloriden und Sulfaten Molekularverbindungen eingeht. Hier wären es keine

total verschiedenen Verbindungen, sondern ziemlich ähnliche Silikate, mit welchen sich jene herrschende Verbindung vereinigt.

Die im Gestein vorkommenden Nepheline und die Eläolithe unterscheiden sich von den zuvor besprochenen Krystallen durch ein anderes Verhältnis der herrschenden Verbindung mit den übrigen. Die Zahlen für $x:(y+z+v)$ sind

5. Katzenb. . . .	1·62 : 0·67	=	2·42 : 1
6. Mariup.	1·70 : 0·595	=	2·86 : 1
7. Mariup. 3. . .	1·70 : 0·59	=	2·88 : 1
8. Mias M.	1·75 : 0·543	=	3·28 : 1
9. Mias Sch. . . .	1·70 : 0·61	=	2·79 : 1
10. Kangerd. . . .	1·61 : 0·65	=	2·48 : 1
11. Loven	1·68 : 0·63	=	2·67 : 1
12. Fredriksv. . .	1·80 : 0·64	=	2·81 : 1
12*a*. Fredriksv. .	1·67 : 0·64	=	2·61 : 1
13. Dungan.	1·80 : 0·51	=	3·53 : 1
14. Salem	1·69 : 0·61	=	2·77 : 1

Das berechnete Verhältnis übersteigt hier durchwegs 2 : 1, was darauf schließen läßt, daß es eine höher liegende Grenze, etwa 4 : 1 gibt.

Aus diesem Vergleiche kann man entnehmen, daß der Eläolith von dem vesuvischen Nephelin durch einen Überschuß des Natrium-Aluminiumsilikates sich unterscheidet.

Von dem frei auskrystallisierten Nephelin ist nur das Vorkommen am Vesuv genauer untersucht, während zahlreiche verschiedene Vorkommen des Eläoliths analysiert sind. Dadurch erscheint es einigermaßen fraglich, ob der hier gefundene Unterschied als allgemein gültig zu betrachten sei. Wenn ein solcher besteht, so wäre zu erwarten, daß er sich auch in den physikalischen Eigenschaften ausspreche. Ob in krystallographischer Beziehung eine Differenz anzunehmen sei, läßt sich bei der ungünstigen Oberflächenbeschaffenheit der Eläolithkrystalle nicht entscheiden. In dem optischen Verhalten ist keine erhebliche Verschiedenheit beobachtet worden. Die Bildungsweise der beiden ist allerdings nicht als die gleiche zu betrachten und Rosenbusch bezeichnet einen hier bemerk-

lichen Unterschied damit, daß er sagt,[1] der Nephelin der Gesteine verhalte sich zum Eläolith wie der Sanidin zum Orthoklas. Auf den vesuvischen Nephelin und den Eläolith bezogen, würde dies lauten wie der Eisspat zum Orthoklas.

Im ganzen spricht nichts Tatsächliches dafür, eine wesentliche Verschiedenheit anzunehmen, vielmehr erscheint es gerechtfertigt, im Eläolith eine isomorphe Mischung von gleicher Art wie im Nephelin zu sehen. Demnach bliebe nur zu entscheiden, wie dementsprechend der Gehalt an Natrium-Aluminiumsilikat aufzufassen sei.

Zuerst wurde die Zusammensetzung des Nephelins und des Eläoliths als eine isomorphe Mischung der Silikate: $Si_3O_{12}Al_3Na_3$, $Si_3O_{12}Al_3K_3$, $Si_3O_{12}Al_3CaNa$ und $Si_4O_{12}Al_2K_2$ berechnet im Verhältnis von $x:y:z:v$. Als aber für den vesuvischen Nephelin ein bestimmtes Verhältnis des ersten Silikates zu den übrigen sich herausstellte, wurde für diesen eine isomorphe Mischung von

$$\begin{aligned}
2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 \,.\, Si_3O_{12}Al_3K_3 &= Si_9O_{36}Al_9K_3Na_6\\
2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 \,.\, Si_3O_{12}Al_3CaNa &= Si_9O_{36}Al_9CaNa_7\\
2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 \,.\, Si_4O_{12}Al_2K_2 &= Si_{10}O_{36}Al_8K_2Na_6
\end{aligned}$$

angenommen mit dem Verhältnis $y:z:v$, welche Variabeln jetzt dieselben Werte behalten wie vorhin. Es ist nun sehr wahrscheinlich, daß in dem Falle, als eine größere Menge jenes Silikates, dessen empirische Formel SiO_4AlNa ist, in der Mischung erscheint, dieselbe einer Verbindung entspreche, welche bezüglich der Höhe der Zusammensetzung den im Nephelin erkannten Verbindungen gleichkommt; dies wäre ein Multiplum der letztgenannten Formel, und zwar:

$$2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 \,.\, Si_3O_{12}Al_3Na_3 = Si_9O_{36}Al_9Na_9$$

mit dem Faktor x', der Betrag des letzteren ergibt sich aus:

$$x' = \frac{x - 2\,(y+z+v)}{3}.$$

[1] Mikroskop. Physiographie der Min. von Rosenbusch und Wülfing. Spezieller Teil (1905), p. 111.

während y, z, v mit denselben Werten erscheinen wie früher. Einige Beispiele werden genügen zu zeigen, wie sich unter diesem Gesichtspunkte die Zusammensetzung ausdrücken läßt.

Für den vesuvischen Nephelin ist $x' = 0$, während für die Analysen

	x'	y	z	v
des Nephelins vom Katzenbuckel	0·09	0·13	0·15	0·39
des Eläoliths 7 v. Mariupol	0·173	0·20	0·05	0·34
des Eläoliths 8 v. Mias	0·221	0·283	0·06	0·20
des Eläoliths 13 v. Dunganton	0·26	0·18	0·03	0·30

sich ergeben. Die danach berechneten Zahlen sind identisch mit den früher angeführten. Es mag noch wiederholt werden, daß die Werte für y und z bisweilen sehr klein werden, woraus zu schließen ist, daß die entsprechenden Verbindungen im Eläolith nicht wesentlich sind.

Um noch auf die von Morozewicz aufgestellte Reihe zurückzukommen, sei bemerkt, daß das Anfangs- und Endglied derselben sich wie folgt berechnen:

$$Si_{11}O_{42}Al_{10}Na_8K_2 \text{ aus } x = 16, y = 2, v = 3,$$
$$Si_{14}O_{54}Al_{13}Na_{11}K_2 \text{ aus } x = 22, y = 2, v = 3,$$

das Glied außer der Reihe:

$$Si_{23}O_{90}Al_{22}Na_{18}K_4 \text{ aus } x = 12, y = 2, v = 1.$$

Hier beziehen sich x, y, v wieder auf die Verbindungen $Si_3O_{12}Al_3Na_3$, $Si_3O_{12}Al_3K_3$, $Si_4O_{12}Al_2K_2$, während z, welches die Verbindung $Si_3O_{12}Al_3CaNa$ betrifft, hier nicht zum Ausdruck kommt, sondern in x inbegriffen ist, weil Morozewicz die Calciumverbindung mit der Natriumverbindung vereinigte.

Mikrosommit und Cancrinit.

Die Resultate der bisher ausgeführten Analysen lassen erkennen, daß diese Minerale zum Teil aus ähnlichen Verbindungen bestehen wie die vorher angeführten und daß dieselben auch als Molekularverbindungen eines herrschenden Silikates mit anderen Salzen betrachtet werden können. Letztere sind im Mikrosommit dieselben wie in der Sodalithgruppe,

außerdem ist auch ein Carbonat vorhanden. Im Cancrinit sind es Carbonate, wozu noch ein Gehalt an Wasser kommt, der, wie es scheint, zum Teil zur ursprünglichen Verbindung gehört. Bevor nicht genauere Analysen, die beim Cancrinit auch auf etwa beigemengte sekundäre Bildungen Rücksicht nehmen, vorliegen, läßt sich meiner Ansicht nach auf die Konstitution der enthaltenen Verbindungen kein sicherer Schluß ziehen.

Übersicht.

Die Minerale der Sodalithgruppe zeigen das Verhalten der Orthosilikate. Ihrer Zusammensetzung nach erscheinen sie als Verbindungen des Silikats $Si_3O_{12}Al_3Na_3$ mit NaCl, Na_2SO_4, $CaSO_4$ und wahrscheinlich mit Na_2S_3. Die Bindung der beiden verschiedenartigen Stoffe wird nach der einen Ansicht durch eine Valenz des einen Aluminiumatoms herbeigeführt, nach der anderen Annahme sind es Nebenvalenzen, durch welche das Silikat mit den letztgenannten Salzen vereinigt ist. Diese Ansicht, welche Molekularverbindungen annimmt, wird bevorzugt, weil sie auch zur Erklärung der Zusammensetzung der folgenden Gruppe dienlich ist.

Nephelin und Eläolith verhalten sich zum größten Teil ihrer Substanz wie Orthosilikate. Die herrschende Verbindung ist wiederum das Silikat $Si_3O_{12}Al_3Na_3$, welchem die entsprechend analoge Kalium- und die isomorphe Calciumverbindung beigemischt sind. Dazu kommt aber noch eine Kaliumverbindung von etwas höherem Siliciumgehalt, für welche sich aus den Analysen mit größter Wahrscheinlichkeit die Zusammensetzung $Si_4O_{12}Al_2K_2$ berechnet.

Für den frei auskrystallisierten Nephelin vom Vesuv ergibt sich eine isomorphe Mischung von drei Molekularverbindungen:

$$2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 . Si_3O_{12}Al_3K_3 = Si_9O_{36}Al_9Na_6K_3$$
$$2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 . Si_3O_{12}Al_3CaNa = Si_9O_{36}Al_9Na_7Ca$$
$$2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 . Si_4O_{12}Al_2K_2 = Si_{10}O_{36}Al_8Na_6K_2.$$

Für die im Gestein vorkommenden Nepheline liegt bloß eine brauchbare Analyse vor, die auf einen etwas größeren Na-Gehalt führt, als die obigen Formeln erfordern.

Die Analysen sämtlicher Eläolithe geben einen bedeutenden Überschuß des Na-haltigen Silikates an, daher für die Eläolithe noch die den vorigen entsprechende Molekularverbindung

$$2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 \,.\, Si_3O_{12}Al_3Na_3 = Si_9O_{36}Al_9Na_9$$

als isomorph beigemischt angenommen wird. Zugleich zeigte sich, daß die zuerst genannte kaliumhaltige, ferner die folgende calciumhaltige Verbindung im Eläolith nicht wesentlich sind.

Die Umwandlungserscheinungen sowohl in der Sodalith- als in der Nephelingruppe stehen im Einklang mit der Annahme obiger Verbindungen.

Die Zusammensetzung der ferneren Glieder der Nephelingruppe: Mikrosommit und Cancrinit kann erst durch fernere genauere Untersuchungen aufgeklärt werden.

Zum Schlusse beehre ich mich, sowohl den früher Genannten als den Herren Hofrat E. Ludwig, Professor F. Becke und Dr. A. Himmelbauer für die Förderung meiner Arbeit wärmstens zu danken.

Die Entwicklungsgeschichte der weiblichen Blüte von Cryptomeria japonica Don.

Ein Beitrag zur Deutung der Fruchtschuppe der Coniferen

von

Stephanie Herzfeld.

Aus dem botanischen Institut der k. k. Universität in Wien.

(Mit 3 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Juli 1910.)

Im Anschluß an meine Arbeit »Zur Morphologie der Fruchtschuppe von *Larix decidua* Mill.« (diese Sitzungsberichte, 1909) übertrug mir Prof. v. Wettstein im Herbst die Aufgabe, die Beschaffenheit der weiblichen Blüte von *Cryptomeria japonica* Don. klarzustellen.

Methode.

Es wurde sowohl die entwicklungsgeschichtliche wie die teratologische, anatomische und vergleichend-morphologische Methode angewendet.

Das Material entstammt einer Baumgruppe des Wiener botanischen Gartens, welche aus Exemplaren sehr verschiedenen Alters besteht; diese trugen gleichzeitig Blüten in den verschiedensten Stadien der Entwicklung, so daß ich es schließlich aufgab, das Datum der Einsammlung zu notieren.

Eine Reihe von Blütenzweigen wurde im Herbst ins Warmhaus übertragen; sie eilten bis Ende Dezember der Mutterpflanze im Wachstum weit voraus; um Neujahr waren die männlichen Blüten dem Stäuben nahe; dann trat Stillstand, schließlich Welken ein und wir mußten auf die Entwicklung des Gartenmaterials warten. Hierbei konnte konstatiert werden.

daß die im Warmhaus gezogenen Blüten keinerlei Bildungsabweichungen von den im Freien herangewachsenen zeigten. Die Warmbadmethode von Molisch wurde vergebens versucht.

Vor dem Fixieren wurden die jungen Zäpfchen der Länge nach halbiert, ältere in vier Teile geteilt, nach der Bestäubung ganze Blüten herauspräpariert. Als beste Fixierungsflüssigkeit erwies sich die von Lawson empfohlene Zusammensetzung des schwachen Bonnergemisches: 25 Teile $1^{0}/_{0}$iger Chromsäure, 10 Teile $1^{0}/_{0}$iger Osmiumsäure, 10 Teile Eisessig, 55 Teile destilliertes Wasser. Auch bei der weiteren Behandlung des fixierten Materials wandte ich, mit kleinen Modifikationen, Lawson's Methode an; nachdem die Objekte 10 bis 24 Stunden (am besten 14!) in dieser Flüssigkeit, dann drei Stunden im fließenden Wasser gelegen hatten, wurden sie durch langsame Diffusion mittels der gehärteten Filter von Schleicher und Schüll aus dem Wasser in $75^{0}/_{0}$igen Alkohol übertragen — ein Prozeß, der drei Stunden in Anspruch nahm (man gab die Objekte in ein beliebiges Quantum reinen Wassers in den Filter, außerhalb desselben die doppelte Menge $96^{0}/_{0}$igen Alkohols; nach der Diffusion war der Weingeist zirka $75^{0}/_{0}$); hierauf kamen die Zäpfchen direkt auf mindestens 12 Stunden in $96^{0}/_{0}$igen Alkohol und machten fernerhin den für die Mikrotomtechnik vorgeschriebenen Weg durch. Gefärbt wurde sowohl mit Hämatoxylin wie mit Safranin und Gentianviolett; im zweiten Fall empfiehlt es sich, nach der Behandlung mit Wasserstoffsuperoxyd die Schnitte ein zweites Mal mit Chromsäure anzubeizen, da sich alle Coniferen schlecht mit Safranin anfärben.

Entwicklungsgeschichte.

Die jüngsten Stadien, die vereinzelt anfangs Oktober noch zu finden waren, zeigten kleine Höcker in der Achsel von Blättern (Taf. I, Fig. 1 und 2), die sich weder durch ihre Form noch durch ihre Anatomie von normalen Nadeln unterschieden. Daß wir es nicht mit vegetativen Sprossen zu tun hatten, ging aus dem Umstande hervor, daß jede der spiralig stehenden Nadeln ein solches Achselprodukt trug, was nur bei den

Infloreszenzen der Fall ist; auch zeigte sich die charakteristische geotropische Herabkrümmung, wie sie nur die weiblichen Blüten besitzen.

Hierauf konnte eine Differenzierung des Höckers beobachtet werden, den wir primären Wulst nennen wollen (Taf. I, Fig. 3 links); in der Mitte desselben bildete sich eine kleine, knopfförmige Erhebung derartig, daß sie wie von einem verhältnismäßig mächtigen Wall umgeben war; der primäre Wulst wuchs erst an der äußersten Peripherie stärker nach aufwärts als das mittlere Knöpfchen, so daß letzteres wie in einem Becher saß (Taf. I, Fig. 3 rechts). Während das ganze Gebilde sich weiter entwickelte, bekam das mittlere Knöpfchen an seiner Basis eine ringförmige Anschwellung (Taf. I, Fig. 4 und 5). Es waren nun an der jungen Blüte drei Teile zu unterscheiden: der primäre Wulst, in dessen mittlerer Vertiefung ein Höcker mit ringförmigem Wall sich befand. Die nächsten Stadien (Taf. I, Fig. 6 und 7) zeigen, wie der ringförmige Wall nun rasch über den mittleren Knopf emporwächst und diesen umschließt, wodurch er sich als Integument, der von ihm eingeschlossene Teil als Nucellus dokumentiert. Der primäre Wulst konnte vorderhand nicht gedeutet werden; er ist den drei bis fünf Samenanlagen gemeinsam, die sich in der Achsel eines Tragblattes nach und nach (nie gleichzeitig!) entwickeln; dies sieht man besonders deutlich an tangentialen Längsschnitten, welche alle Samenanlagen einer Blüte gleichzeitig treffen (Taf. I, Fig. 8).

Der weitere Verlauf der Entwicklung ist wohl überraschend; der primäre zarte Wulst bleibt jetzt im Wachstum nicht nur relativ zurück, während die Samenanlagen rasch an Größe zunehmen, sondern die Zellteilung geht so vor sich, daß der Wulst gewissermaßen in der Samenanlage aufgeht, buchstäblich von ihr verbraucht wird (Taf. I, Fig. 9, 10, 11, 12, 13). Die Ovula wachsen empor und werden dicker, der Wulst streckt sich zu einer Art Stiel derselben (Taf. I, Fig. 14).

Nachdem der primäre Wulst fast völlig als solcher verschwunden ist, beginnt hinter der Samenanlage sekundär die Entwicklung eines neuen Wulstes (Taf. I, Fig. 15 und 16). Drei bis sieben solche sekundäre Wülste entstehen, unabhängig

von der Zahl der Samenanlagen, hinter diesen an der Basis jedes Tragblattes. Die Ovula wachsen nun rasch, werden nach Absonderung eines Flüssigkeitstropfens bestäubt und verschließen ihre Mikropyle. Gleichzeitig tritt unterhalb der Basis, welche dem Deckblatt und den sekundären Wülsten gemeinschaftlich ist, also im axilen Teil, lebhaftes interkalares Wachstum nach der Längen- und Dickendimension ein (Taf. I, Fig. 17, 18, 19); dadurch wird das Deckblatt emporgehoben, welches sich nun nicht mehr nennenswert weiter entwickelt — es hat seine Funktion erfüllt und wird nicht mehr benötigt. Die Wülste selbst entwickeln sich rasch über die Ovula hinaus und besorgen durch Verzahnung ihrer verlängerten Epidermiszellen den schützenden Verschluß des ganzen Zapfens. Die Wülste, welche frei oberhalb der Basis des Tragblattes aufstreben, setzen sich auch auf dem axilen Teil der Zapfenschuppe als Erhebungen fort, welche durch Rinnen voneinander getrennt sind (Taf. III, Fig. 1).

Die Druckverhältnisse, welche im rasch heranwachsenden Zapfen herrschen, bedingen eine starke Abplattung der Zapfenschuppen auf ihrer Unterseite sowie rechts und links (Taf. III, Fig. 2, 3, 4), ja sogar eine Abkantung der Samenanlagen und derartige Verschiebung nach den flach gequetschten Seiten, daß die Ovula oft zwischen zwei benachbarten Schuppen zu stehen scheinen und es nur bei Zerlegung des Zapfens mit Sicherheit zu entscheiden ist, welchem Tragblatt sie zugehören (Taf. I, Fig. 20, 21). Dies ist wichtig für die Deutung der weiblichen Blüte von *Juniperus communis*.

Teratologisches.

Ab und zu konnten zwei sekundäre Wülste hintereinander an der Basis des Tragblattes beobachtet werden (Taf. I, Fig. 22). An durchwachsenen Zapfen, die sehr häufig sind, traf ich in der Übergangsregion, oberhalb der eigentlichen Blüten, sterile Zapfenschuppen regelmäßig, die sich nur durch das Fehlen der Samenanlagen und der primären Wülste von den normalen unterschieden; sie hatten ebensolche sekundäre Wülste und durch interkalares Wachstum emporgehobene Bracteen (Taf. I, Fig. 23; Taf. III, Fig. 1). Velenovsky erzählt in seiner

»Vergleichenden Morphologie der Pflanzen« (Prag, 1910, III. Teil, p. 766), er habe an solchen durchwachsenen Zapfen Schuppen gesehen, denen zugleich mit den Samenanlagen auch die sekundären Wülste fehlten, woraus er den Schluß zieht, daß diese Wülste zu den Eichen gehören. Auch Bayer (Beihefte zum Bot. Zentralblatt, 1907) gelangt auf Grund ähnlicher Beobachtungen zum gleichen Schluß. Auf der Zeichnung Taf. I, Fig. 23, sehen wir im sterilen Teil des Zapfens oberhalb einer unfruchtbaren Zapfenschuppe mit Wülsten eine solche verdickte Nadel ohne Wülste, zweifellos ein Übergangsgebilde zu den darüberstehenden normalen Nadeln. Wäre der Wulst ein Bestandteil des Ovulums, so dürfte er nie zu sehen sein, wenn letzteres fehlt, was nicht der Fall ist.

Anatomisches.

Es wurden nun die Schnitte, die sowohl Längs- wie Querschnittserien waren, auf das anatomische Detail untersucht.

Das junge Tragblatt, in dessen Achsel die primären Wülste stehen, auf denen sich später Samenanlagen bilden, zeigt das typische Bild einer jungen *Cryptomeria*-Nadel; es ist im Querschnitt dreieckig (es plattet sich erst im Heranwachsen durch die Druckverhältnisse im Zapfen ab, Taf. I, Fig. 20 und 21), kehrt eine abgestumpfte Kante nach außen, besitzt vor dieser einen Harzkanal von lysigenem Ursprung und zwischen Harzkanal und Rhachis ein Leitbündel. Dieses kommt aus der Hauptachse, durchzieht die Bractee unverzweigt und kehrt sein Leptom dem Harzkanal, sein Hadrom der Rhachis zu. Wir können auch Transfusionsgewebe sehen; Bernard benennt dieses nach seiner Entstehungsweise ebenso wie die dem Protoxylem vorgelagerten Tracheiden »bois centripète«. Es besteht aus fast isodiametrischen, weiten Tracheiden mit Hoftüpfeln, oft mit spiraligen oder netzartigen Wandverdickungen; dieses Gewebe nimmt gegen die Blattspitze an Mächtigkeit zu (Taf. I, Fig. 24).

Der primäre Wulst besteht aus denselben zartwandigen, protoplasmareichen, großkernigen Zellen wie der Nucellus und das Integument, färbt sich auch ebenso an wie diese Gebilde. Doch besitzt das Integument, welches sich bis zu sechs

größtenteils chlorophyllhaltigen Zellschichten verdickt, eine wirkliche Epidermis mit papillös hervorragenden Zellen, die nach außen eine Wandverdickung zeigen; dem primären Wulst fehlt eine solche.

Anders sieht der sekundäre Wulst aus. Hier dringen schon in einem verhältnismäßig jungen Stadium in das meristematische Gewebe axile Elemente ein; wir sehen kleinkernige, großlumige Zellen, die wenig Protoplasma führen und vielleicht die Leitung unterstützen. In den heranwachsenden Wülsten entstehen bald Harzgänge und Leitbündel, die mit jenem des Deckblattes in keinem Zusammenhang stehen. Ebenso bilden sich Harzgänge und neues Leitungsgewebe in jener Partie, welche unter der Basis des Tragblattes durch interkalares Wachstum sich vergrößerte und nun immer mehr Achsencharakter annimmt.

Um nun die anatomische Beschaffenheit der reifen Zapfenschuppe und ihrer Teile zu prüfen, wählte ich Blüten, deren Ovula bereits die Mikropyle verschlossen hatten; nach Entfernung der Samenanlagen wurden Querschnittserien gemacht. Diese ergaben in bezug auf die Lagerung der Leitbündel wichtige Resultate. An den obersten Schnitten der Serie konnten auch in diesem reifen Zustande noch die Eigenheiten des Deckblattes wiedergefunden werden; wir sehen in Taf. I, Fig. 25, den dreieckigen Querschnitt, einen Harzkanal mit dem zugehörigen Leitbündel; auch konnten noch Spaltöffnungen konstatiert werden; in dieser Höhe der Schnittführung wurde auch einer der aufstrebenden Wülste getroffen, er zeigt kein Leitbündel. Taf. I, Fig. 26, zeigt das Tragblatt verbreitert, drei Wulstquerschnitte, deren mittelster eine vereinzelte Xylemzelle besitzt. Taf. I, Fig. 27, weist einen Schnitt, der vier Wülste trifft; einer derselben hat zwei Leitbündel; in noch älteren Zapfenschuppen findet man bis zu vier Mestomen in einem Wulst. Taf. II, Fig. 28, belehrt uns darüber, daß die Lagerung der Bündel in den Wülsten keinesfalls so regelmäßig ist, als gewöhnlich angegeben wird; sie liegen durchaus nicht in einer Ebene und kehren ihr Xylem auch nicht immer dem Deckblatt zu. Letzteres hat jetzt seinen Blattcharakter bereits verloren, obzwar sich die Schnitthöhe noch oberhalb der Trennungs-

stelle von Tragblatt und Wülsten befindet. Es sind noch drei, weiter unten (Taf. II, Fig. 29) sogar vier akzessorische Bündel hinzugekommen. Auf letzterem Schnitte sind die Wülste knapp oberhalb ihrer Vereinigung mit dem rückwärtigen Teil der Zapfenschuppe durchquert; sie sind bereits untereinander fast gänzlich verschmolzen. Hier sowie in Taf. II, Fig. 30, sehen wir ziemlich regellos verteilte neue Harzkanäle auftreten, denen die zugesellten Bündel das Phloem zukehren. Die Anordnung der Mestome ergibt beiläufig die Figur einer unregelmäßig abgeflachten Ellipse. Führen wir den Schnitt noch tiefer durch die Zapfenschuppe, so erhalten wir das Bild einer jungen Achse, sämtliche Xyleme sind dem Zentrum zugewendet (Taf. II, Fig. 31). (Dieser letzte Schnitt gehört einer älteren Zapfenschuppe an; ich zeichne einige der zahllosen Sklereiden und Hydrostereiden, welche der Schneidetechnik so große Schwierigkeiten entgegensetzen.)

In den Wülsten selbst überrascht nebst der regellosen Anordnung des Leitungsgewebes das regellose Verhalten der Bestandteile desselben Bündels zueinander; manchmal zieht das Leptom ganz getrennt vom Hadrom, wir finden konzentrische (und zwar meist hadrozentrische) Bündel, dann solche, in denen das Phloem in mächtiger Sichel das Xylem umzieht und flankiert, ja manchmal bikollaterale Bündel, wobei aber zwei Hadrome das Leptom einschließen — ein ganz abnormes Verhalten!

Deutung.

Fassen wir die gewonnenen Resultate zusammen, so sehen wir uns vor die merkwürdige Tatsache gestellt, daß zwei Wülste von verschiedenem Alter, die bei der Entwicklung der Blüte verschiedene physiologische Funktion haben, zeitlich aufeinander folgen. Der primäre Wulst verschwindet nach völliger Ausbildung der Samenanlage, der sekundäre Wulst entsteht sodann, wächst nach der Bestäubung lebhaft heran und übernimmt den Schutz des reifenden Gametophyten und neu entstehenden Sporophyten. Es ist nun nicht anzunehmen, daß der primäre Wulst, der die Samenanlage zur Entwicklung brachte, nach deren völligen Ausbildung verschwindet, um einem zweiten Wulst von gleichem morphologischem Werte

Platz zu machen. Der primäre Wulst wird also anders zu deuten sein wie der sekundäre.

Versuchen wir erst die Deutung des letzteren, die uns nicht schwierig erscheint, weil seine Entwicklung sowie anatomische Beschaffenheit sich eng an die bei *Larix* anlehnt. Wir sehen hier wie dort erst nach der Bestäubung der Samenanlagen zwischen diesen und dem Tragblatt Wülste heranwachsen, ja bei *Cryptomeria* werden sie erst nach völliger Ausbildung der Eichen angelegt; schon durch diese verspätete Entstehung ist die Deutung der Wülste als Fruchtblatt ausgeschlossen; hier wie dort ist die Anordnung des Leitungsgewebes eine solche, daß wir weder von einem Blatt noch von einer wirklichen Achse sprechen dürfen; wir sehen, daß die Wülste parallel zum Deckblatt aus einer basalen Partie aufstreben, die deutlich Achsencharakter zeigt; wir sehen die Wülste aus dieser Achse, der auch die Blüten inseriert sind, ihre Leitbündel erhalten; wir sehen diese Leitbündel sich ziemlich regellos anordnen und nur im großen und ganzen mit den Leitbündeln des Deckblattes eine unregelmäßig abgeflachte Ellipse bilden. Hebe ich noch hervor, daß die Wülste auf der Zapfenschuppe erhalten bleiben, auch wenn die Ovula fehlen (ein Beweis, daß sie nicht als Bestandteile der Samenanlagen gedeutet werden können), ferner, daß sich zwischen die normalen Wülste und das Deckblatt häufig eine zweite Reihe von Wülsten einschiebt, die ebenfalls aus der verlängerten Achse entspringen, so wird man mir wohl gestatten, diese Wülste als eine sekundäre Wucherung der Achse zu bezeichnen, wie wir es bei *Larix* getan haben. Während aber bei den Abietineen sich die sekundäre Wucherung nur vor dem Tragblatt ausbildet und dieses selbst in seiner Lage und oft auch Größe erhalten bleibt (in manchen Fällen wächst es in gleichem Maße wie die Wucherung vor ihm), wird bei *Cryptomeria* das Deckblatt emporgehoben, indem sich die Achse unterhalb der Bractee streckt; schließlich kann als Deckblatt an der reifen Zapfenschuppe nur mehr die oberste Partie des Teiles bezeichnet werden, der hinter den Wülsten liegt. Die drei bis sieben Wülste auf der Zapfenschuppe entsprechen also der Fruchtschuppe der Abietineen und können auch so genannt werden;

der oberste Teil des nach außen wegstarrenden Spitzchens entspricht dem Tragblatt, früher Deckschuppe genannt.

Fragen wir uns jetzt nach dem morphologischen Wert des primären Wulstes, der jedenfalls ein anderer ist als der des sekundären, also keine Achsenwucherung ist, so müssen wir ihn für ein reduziertes Fruchtblatt erklären. Er wird früher angelegt als die Ovula, geht aber bei der Entwicklung der letzteren ganz in diese auf. Bei *Cycas* wird bekanntlich das gefiederte Blatt, welches die Samenanlagen trägt, für ein Sporophyll erklärt, bei den Zamioideen tritt schon eine Reduktion desselben ein, bei *Gingko* sehen wir nur mehr eine ringförmige Erhöhung um die Samenanlage herum — und nun beobachten wir einen Wulst, der sowohl in seiner Größe als in seiner Lebensdauer bedeutend reduziert ist; wir halten ihn für den letzten Rest des Fruchtblattes, das bei den phylogenetisch jüngeren Gymnospermen noch mächtig entwickelt ist. Da nun phylogenetische Untersuchungen ergaben, daß jedem Ovulum der Cupressaceen ein Fruchtblatt entspricht, müssen wir sagen, daß im Jugendzustande der weiblichen *Cryptomeria*-Blüte mehrere seitlich verschmolzene, reduzierte Fruchtblätter sichtbar sind, die beim Heranwachsen der Samenanlagen allmählich verschwinden.

Vergleichende Morphologie.

Da die Untersuchung der Zapfenschuppen von *Larix* und *Cryptomeria* zu ähnlichen Resultaten geführt hat, liegt die Versuchung nahe, die typischen Formen der Coniferenblüten daraufhin zu prüfen, ob wir die eben gewonnenen Resultate verallgemeinern dürfen. Ich will zu diesem Zwecke die systematischen Hauptgruppen durchmustern und halte mich dabei an Wettstein's Handbuch für systematische Botanik (II. Auflage, 1910).

Ich möchte nur vorausschicken, daß wir die Bildung einer flachen Zapfenschuppe selbstverständlich dort nicht erwarten dürfen, wo wir von der Infloreszenz (die stets — wenn auch verarmt — vorhanden) nur eine einzelne oder gepaarte, scheinbar endständige Blüte erblicken; in solchen Fällen tritt als Blütenschutz meist eine ringförmige Bildung auf, die sich

mit den flachen Zapfenschuppen schwer morphologisch vergleichen läßt.

Indem ich die eben besprochenen Fälle von der Untersuchung ausschließe, möchte ich aus der ersten Hauptgruppe der *Taxaceae* zunächst *Cephalotaxus* erwähnen, das in seiner Zapfenschuppe verhältnismäßig wenig Ähnlichkeit mit jenen der Coniferen zeigt. Ich bringe die Zeichnung des obersten Teiles einer weiblichen Infloreszenz von *Cephalotaxus pedunculata* Sieb. et Zucc. in starker Draufsicht (Taf. III, Fig. 5), um jene Anschwellungen zu zeigen, welche zwischen den beiden Samenanlagen sowie zu ihren Seiten nach der Befruchtung entstehen und einen schützenden, becherförmigen Wulst bilden.

Der mittlere Höcker ist, wie die Untersuchungen von Spieß ergaben, nichts Konstantes; er kann auch fehlen oder übermäßig entwickelt sein; nie ist er mit den Samenanlagen in einer Ebene, sondern mit der Achse des Tragblattes mehr oder weniger verschmolzen. Es wurden Anamorphosen von Spieß und Worsdell beobachtet, die an Stelle des normalen Höckers ein dekussiertes Paar von Samenanlagen zeigen, von denen manchmal nur eine entwickelt ist. Spieß folgert daraus, der mittlere Höcker sei »das in ein Karpid aufgehende Achsenende«.

Ich kann diesem Schluß nicht beipflichten. Ich würde aus der Stellung des normalen Höckers hinter den Eichen, seiner Verschmelzung mit der Achse, seinem Heranwachsen nach der Befruchtung auf eine Achsenwucherung schließen wie bei *Cryptomeria*, die sich aber nur als wulstige Erhebung hinzieht, wie es im unteren Teil der Zapfenschuppe der genannten Conifere der Fall ist. Daß an Stelle des mittleren Höckers ein dekussiertes Paar von Samenanlagen auftreten kann, beweist (ebenso wie die von mir und anderen beschriebenen Anamorphosen von *Larix*), daß bei Durchwachsungen der Blütenachse mehr als ein Blattpaar fertil werden kann.

Aus der zweiten Hauptgruppe, den Cupressaceen, habe ich von der ersten Unterfamilie der Taxoideen bereits die Zapfenschuppe der *Cryptomeria japonica* Don beschrieben. Denselben Typus zeigt in erhöhtem Maße *Glyptostrobus hetero-*

phyllus Endl. (Taf. III, Fig. 6). Auch hier sehen wir einen sehr kräftig entwickelten axilen Teil, vorn aufstrebende, als Fruchtschuppen zu bezeichnende Achsenwucherungen, die selbst wieder Auswüchse tragen. Der starr nach rückwärts wegstrebende Teil dürfte der Hauptsache nach aus dem Deckblatt hervorgegangen sein.

Von der zweiten Unterfamilie der Cupressoideen zeichne ich das Zäpfchen einer *Libocedrus decurrens* Torr. (Taf. III, 7*a* und *b*); hier ist vom Deckblatt nur mehr ein kleines Spitzchen, von der Fruchtschuppe nur mehr ein kleiner Wulst zu sehen, den Hauptanteil an der Zapfenschuppe liefert die Achse derselben.

Dasselbe ist auch bei *Thujopsis dolabrata* Sieb. et Zucc. (Taf. III, Fig. 8) der Fall; nur überwiegt hier gegenüber der Fruchtschuppe der nach aufwärts ragende Teil der Zapfenschuppe, dessen oberste Spitze wohl dem Tragblatt entspricht.

Bei *Cupressus fastigiata* DC. (Taf. III, Fig. 9) ist die Bildung der Zapfenschuppe ein wenig anders. Hier entsteht nach völliger Ausbildung der Blüte sowohl auf der Ober- wie auf der Unterseite des Tragblattgrundes eine Anschwellung, die rasch nach allen Dimensionen wächst und eine Art Schild nach außen zu bildet, in dessen Mitte das Deckblatt als starre Spitze stehen blieb.

Etwas mehr Schwierigkeiten macht die Deutung der Blüte von *Juniperus communis* L. Wir werden diese besser verstehen, wenn wir die drei Sektionen der Gattung im Zusammenhang betrachten. Die Sektion *Oxycedrus* besitzt normalerweise nur einen dreizähligen, fertilen Blattkreis mit im ganzen drei Samenanlagen, deren Stellung (scheinbar zwischen den Deckblättern) Kubart zu seiner irrtümlichen Auffassung veranlaßte. Er erklärte die Samenanlage für achsenbürtig und dem nächst höheren, dekussiert stehenden Blattwirtel homolog. Die zweite Sektion *Arcenthos* besitzt zwei bis vier dreiblättrige, dekussierte Blattwirtel, von denen meist nur der oberste fruchtbar ist (nach Antoine und Kotschy; Eichler gibt an, es wäre in der Regel einer der mittleren Blattkreise fertil); hier sitzt vor jedem Tragblatt eine Samenanlage ganz median. Die dritte Sektion *Sabina* hat zwei dekussierte Blattpaare, von denen

das untere fruchtbar ist und je zwei Samenanlagen vor jeder Bractee trägt.

Dies gibt zu denken; im obersten Wirtel sind die Raumverhältnisse derartig begrenzte, daß es nur zur Ausbildung von je einer Samenanlage kommen kann. Wird der zweite Kreis fertil, wie es bei *Sabina* stets, bei *Juniperus communis* als häufige Abnormität vorkommt, dann ist der herrschende Druck geringer, es können sich im unteren Blattkreis die Samenanlagen entweder einzeln entwickeln und dann median stellen (wie es auf einer von mir gesehenen Abnormität der Fall ist, Taf. III, Fig. 10 und 11) oder sie entwickeln sich paarig in der Blattachsel; dann rücken sie aus der Mitte heraus (O. Renner und Aug. Bayer beschreiben solche Fälle).

Wer nun gesehen hat, wie in den Infloreszenzen der heranwachsenden *Cryptomeria* die Zapfenschuppen sich allmählich gegeneinander abplatten und flach quetschen, so daß die Samenanlagen ihre Rundung verlieren, kantig werden und schließlich zwischen die Zapfenschuppen gedrängt erscheinen, muß dann doch zur Ansicht kommen, daß es bei *Juniperus communis* der Raummangel ist, der die Ovula zu fünfkantigen Körpern macht, welche zwischen je zwei Deckblätter eine Kante schieben und eine zu diesen dekussierte Stellung vortäuschen (Taf. III, Fig. 12). Bayer sah an einem abnormen Beerenzapfen die seitliche Ansatzstelle des Eichens am Deckblatt. Sehr lehrreich in dieser Hinsicht ist die Zeichnung einer abnormen *Juniperus phoenicea* L. (= *Sabina Phoenicea*), die ich nach Antoine wiedergebe (Taf. III, Fig. 13). Wir sehen drei fruchtbare, dekussierte Blattpaare, von denen das mittlere ganz normal je zwei Ovula ausgebildet hat; das unterste hat nur ein einzelnes, seitlich stehendes Eichen, der oberste Blattkreis konnte überhaupt nur ein Eichen ausbilden — man sieht, wie der Raummangel wirkt!

Alle Beobachter der Entwicklung von *Juniperus communis* erzählen, daß erst nach der Befruchtung an der Rhachis unterhalb des Deckblattes eine fleischige Anschwellung entsteht, welche die Bractee in die Höhe hebt, auch nach innen fortwuchert und den Zusammenschluß der einzelnen Wucherungen zum Beerenzäpfchen verursacht. Kubart findet, daß

die Leitbündel in diesem fleischigen Gebilde unterhalb des Tragblattes zu einer Ellipse angeordnet sind, die Xyleme nach dem Zentrum derselben kehrend; da ist der Schluß wohl nicht zu kühn, daß wir es auch hier sowie bei den früher besprochenen Gattungen mit einer Achsenwucherung zu tun haben, auf der nach rückwärts das Deckblatt, nach innen die Fruchtschuppe steht.

Aus der dritten Coniferengruppe, den Abietaceen, wurde die Fruchtschuppe der Gattung *Larix* von mir im Jahre 1909 untersucht und beschrieben.

Wir können nun — wenn wir die verarmten Infloreszenzen mit endständigen Blüten von dieser Betrachtung ausschließen — an jeder Zapfenschuppe nach vollendeter Ausbildung der Samenanlage drei Hauptteile unterscheiden: 1. einen axilen Teil, der manchmal seinen Sproßcharakter auch in der Form durch kreisförmigen Querschnitt zum Ausdruck bringt (z. B. bei *Larix*), manchmal sich abflacht, ohne aber je die kreis- bis ellipsenförmige Anordnung der Leitbündel aufzugeben; diese Schuppenachse kann kurz sein (*Larix*) oder sich durch interkalares Wachstum bedeutend strecken (*Cryptomeria*, *Cupressus*); 2. sehen wir das Tragblatt, in dessen Achsel die Blüten angelegt werden und das manchmal sein Wachstum früh einstellt und relativ klein bleibt (*Pinus*), manchmal kräftig weiter wächst (*Tsuga Douglasii*). Ist die Schuppenachse verlängert, so ist die Trennungsstelle zwischen Tragblatt und Fruchtschuppe weit auf die Zapfenschuppe hinaufgerückt, bleibt die Achse kurz, so trennen sich beide Gebilde in der Nähe der Blüteninsertion; 3. sehen wir eine Neubildung, die Fruchtschuppe genannt wird und eine Achsenwucherung ist; sie besteht bald aus einem, bald aus mehreren Wülsten, welche erst nach vollendeter Blütenausbildung heranwachsen.

Zusammenfassung.

1. Das jüngste Stadium der Blüte von *Cryptomeria japonica* Don besteht aus einem primären Wulst in der Achsel einer wirklichen Nadel, einer Bractee.

2. Auf dem zarten, primären Wulst bilden sich die Samenanlagen bis zu fünf in einer Blüte; das Integument ist bis

sechs Zellschichten dick, enthält Chlorophyll und besitzt eine Epidermis. In dem Maße, als die Eichen wachsen, wird der Wulst aufgebraucht; er dokumentiert sich als rudimentäres Fruchtblatt.

3. Nach dem Verschwinden desselben entstehen hinter den Samenanlagen sekundäre Wülste, die sich in ihrer Entstehungsweise und Anatomie bedeutend vom primären Wulst unterscheiden; sie werden als Achsenwucherungen, Fruchtschuppen bezeichnet.

4. Die Achse des Tragblattes streckt und verdickt sich durch interkalares Wachstum und hebt sowohl das Tragblatt wie die Wülste empor.

5. Wir unterscheiden an der reifen Zapfenschuppe drei Hauptteile: die Schuppenachse, die Fruchtschuppe, das Tragblatt; bei *Cryptomeria japonica* reicht die Schuppenachse noch über die Ansatzstelle der Fruchtschuppe hinaus.

6. Diese drei Hauptteile lassen sich bei allen Coniferen, welche eine flache Zapfenschuppe besitzen, nachweisen.

Historisches.

In meiner Arbeit über die Morphologie der Fruchtschuppe von *Larix* zählte ich 18 mir bekannte verschiedene Deutungen der Coniferenfruchtschuppe auf. Seither ist über dieses Thema nichts wesentlich Neues gesagt worden; Bayer's Abhandlung: »Über die weiblichen Blüten der Cupressineen nebst Bemerkungen über *Cryptomeria*« ist mir erst nachträglich zu Gesicht gekommen; sie enthält die Anwendung von Velenovsky's Deutung der Fruchtschuppe von *Larix* auf *Cryptomeria*. Bayer meint, jeder Wulst sei ein fertiles Phyllom (Karpell); die Achse des axillaren Sprosses, zu welchem diese Wülste gehören, sei verkümmert.

Literatur.

1. Antoine Fr., Die Cupressineengattungen *Arcenthos*, *Juniperus* und *Sabina*. Wien, PP. Mechitaristen, 1857.
2. — und Kotschy, Coniferen des ilicischen Taurus. Wien, 1855.
3. Bayer Aug., Zur Deutung der weiblichen Blüte der Cupressineen nebst Bemerkungen über *Cryptomeria*. Beihefte zum Bot. Zentralblatt, 1907.
4. Beissner L., Handbuch der Nadelholzkunde. Berlin, 1891.
5. Berg und Schmidt, Darstellung und Beschreibung der offizinellen Gewächse. IV. Leipzig.
6. Bernard, Le bois centripète dans les feuilles des Conifères. Beihefte zum Bot. Zentralbl., 17, 1904.
7. Čelakovsky, Die Gymnospermen. Abhandl. der böhm. Ges. der Wissensch., VII, 4, Prag, 1890.
8. — Nachträge dazu. Engler's Jahrb., XXIV. Bd.
9. — Neue Beiträge zum Verständnis der Fruchtschuppe der Coniferen. Jahrb. f. wissensch. Bot., XXXV, 1900.
10. Eichler W., Blütendiagramme, Bd. I, 1875.
11. — Über die weibliche Blüte der Coniferen. Monatsber. der Akad., Berlin, 1881.
12. — Über Bildungsabweichungen bei Fichtenzapfen. Sitzungsber. der k. Akad. der Wissensch. zu Berlin, 1882.
13. — Coniferae in Engler u. Prantl's Natürl. Pflanzenf., II, 1 (1889).
14. Hempel G. und Wilhelm K., Die Bäume und Sträucher des Waldes. Wien und Olmütz.
15. Herzfeld St., Zur Morphologie der Fruchtschuppe von *Larix decidua* Mill. Sitzungsber. der k. Akad. der Wissensch., Wien, 1909.
16. Kirchner, Loew und Schröter, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart, 1908.
17. Kubart, Die weibliche Blüte von *Juniperus communis* L. Sitzungsber. der k. Akad. der Wissensch., Wien, 1905.
18. Lawson, The Gametophytes, Archegonia, Fertilization and Embryo of *Sequoia sempervirens*. Annals of Bot., 1904.

19. Lawson, The Gametophytes, Fertilization and Embryo of *Cryptomeria japonica.* Annals of Bot., 1904.
20. Modry A., Beiträge zur Morphologie der Cupressineenblüte. 58. Jahresber. über die k. k. Staatsrealschule III. Bezirk, Wien, 1909.
21. Parlatore, Coniferae, De Candolle's Prodromus, Vol. XVI, pars II (1868).
22. Pilger R., Die Morphologie der weiblichen Blütensprosse von *Taxus.* Bot. Jahrb., XLII, 1909.
23. Renner O., Über die weibliche Blüte von *Juniperus communis* L. Flora, XCVII, 1907.
24. Schumann K., Über die weiblichen Blüten der Coniferen. Verhandl. des bot. Vereins der Prov. Brandenburg, 1902, XLIV.
25. Spieß K. v., *Gingko, Cephalotaxus* und die Taxaceen. Öst. bot. Zeitschr., 1902 und 1903.
26. Strasburger E., Die Coniferen und die Gnetaceen. Jena, 1872.
27. — Die Angiospermen und die Gymnospermen. Jena, 1879.
28. Thomas F., Zur vergleichenden Anatomie der Coniferenlaubblätter. Jahrb. f. wissensch. Bot., IV (1865).
29. Van Tieghem M. Ph., Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des Conifères et des Gnetacées. Annales des sc. nat., V. Serie, Vol. X, 1869.
30. Velenovsky J., Zur Deutung der Fruchtschuppe der Abietineen. Regensburger Flora, 1888.
31. — Einige Bemerkungen zur Morphologie der Gymnospermen. Beihefte zum Bot. Zentralbl., XIV, 1903.
32. — Vergleichende Morphologie der Pflanzen, III. Teil, Prag, 1910.
33. Vierhapper Fr., Entwurf einer neuen System. der Coniferen. Jena, 1910.
34. Wettstein R. v., Handbuch der systemat. Bot., II. Auflage, 1910.
— Die weibliche Blüte von *Gingko.* Öst. bot. Zeitschr., 1899, Nr. 12.

36. Worsdell W. C., The Structure of the female »Flower« in *Coniferae.* Annals of Botany, XIV (1900).
37. — The Morphology of the »Flowers« of *Cephalotaxus.* Annals of Botany, XV (1901).

Figurenerklärung.

In allen Figuren der Tafeln I und II bedeutet: V = Vegetationskegel, D = Deckblatt, Dst = steriles Deckblatt, Df = fertiles Deckblatt, W_1 = primärer Wulst, O = Ovulum, I = Integument, N = Nucellus, W_2 = sekundärer Wulst, H = Harzkanal, R = Rhachis; wenn Leitbündel gezeichnet werden, ist der schwarze Teil als Xylem, der punktierte als Phloem zu deuten, T = Transfusionsgewebe, Skl = Sklereiden, Hst = Hydrostereiden. Alle Schnitte, bei denen nicht ausdrücklich das Gegenteil hervorgehoben wurde, sind radiale Längsschnitte.

Tafel I.

Fig. 1 und 2. Entstehung des primären Wulstes = des Fruchtblattes.
» 3. Anlage des Ovulums.
» 4. Erste Differenzierung von Integument und Nucellus.
» 5, 6, 7. Ausbildung der Samenanlage.
» 8. Tangentialer Längsschnitt.
» 9, 10, 11, 12, 13. Heranwachsen der Samenanlage unter gleichzeitiger Reduktion des Fruchtblattes.
» 14. Tangentialer Längsschnitt; der primäre Wulst streckt sich zu einer Art Stiel des Ovulums.
» 15 und 16. Entstehung des sekundären Wulstes = der Fruchtschuppe.
» 17, 18 und 19. Interkalares Wachstum der Schuppenachse, gleichzeitig Hinaufheben des Deckblattes.
» 20. Querschnitt durch eine halbierte weibliche Infloreszenz, zeigt die Abplattung der Zapfenschuppen und Eichen durch Druck; D_1 ist im obersten Teil getroffen und zeigt hier noch Nadelquerschnitt, D_3 bereits Achsencharakter; das zu D_2 gehörende Ovulum O_2 stellt sich mit einer Fläche zwischen D_2 und D_3.
» 21. Ebenso bei tieferer Schnittführung.
» 22. Zapfenschuppe an durchwachsenen Zäpfchen, abnorm; es stehen zwei sekundäre Wülste hintereinander.
» 23. Durchwachsenes Zäpfchen; oberhalb der Querlinie steriler Teil, darunter der fertile Teil.
» 24. Einzelnes Leitbündel aus dem Deckblatt im Querschnitt.
» 25, 26, 27. Querschnitte durch eine reife Zapfenschuppe, von oben beginnend; nähere Erklärung im Text.

Tafel II.

Fig. 28, 29, 30. Fortsetzung der Querschnittserie.

» 31. Querschnitt durch die Schuppenachse einer ganz erwachsenen Zapfenschuppe; man sieht die konzentrische Lagerung der Leitbündel, große Sklereiden und Hydrostereiden.

Tafel III.

In allen Figuren bedeutet D = Deckblatt, W = sekundärer Wulst, Sch = Schuppenachse, O = Ovulum, Z = Zapfenschuppe.

Fig. 1. Sterile Zapfenschuppe von *Cryptomeria japonica* Don.

» 2. Fertile Zapfenschuppe von *Cryptom. japonica*, von der Seite gesehen.

» 3. » » » » » » innen »

» 4. » » » » » » außen »

» 5. Oberster Teil der weiblichen Infloreszenz von *Cephalotaxus pedunculata* Sieb. et Zucc.; Z_1 und Z_2 oberste, seitlich gesehene Zapfenschuppen, O_1 und O_2 die zugehörigen Ovula, Z_3 oberstes Stück einer Zapfenschuppe des nächst tieferen dekussierten Paares, vom Rücken gesehen, O_3 zugehörige Ovula.

» 6. Zapfenschuppe von *Glyptostrobus heterophyllus* Endl.

» 7*a*. Zäpfchen von *Libocedrus decurrens* Torr.

» 7*a*. Einzelne Zapfenschuppe daraus, seitlich gesehen.

» 8. Zapfenschuppe von *Thujopsis dolabrata* Sieb. et Zucc.

» 9. Zapfenschuppe von *Cupressus fastigiata* DC.

» 10. Abnormer Beerenzapfen von *Juniperus communis* L.

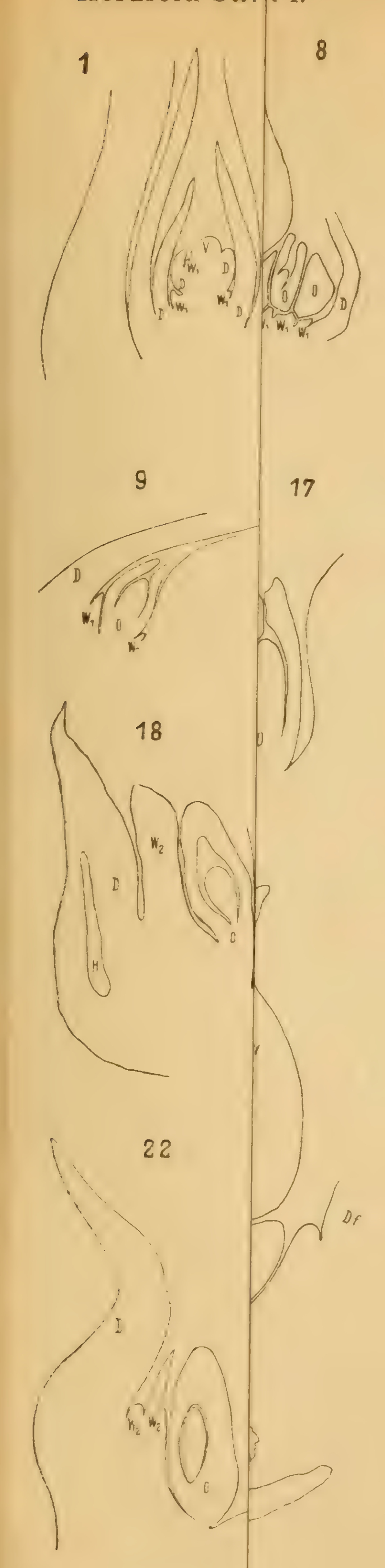
» 11. Querschnitt durch einen solchen; die drei oberen Blätter D_1 sind etwas beiseite gedrängt durch das aufstrebende untere Deckblatt D_2, dieses ist fertil und hat eine Samenanlage in der Mediane, die drei oberen haben zur Seite gedrängte Ovula, von denen in dieser Höhe nur eines zu sehen ist.

» 12. Ebenso, hier ist nur der obere Blattkreis fertil und hat beiseite gedrängte Eichen.

» 13. Querschnitt durch einen abnormen Beerenzapfen von *Juniperus phoenicea* L. nach Antoine; Näheres im Text.

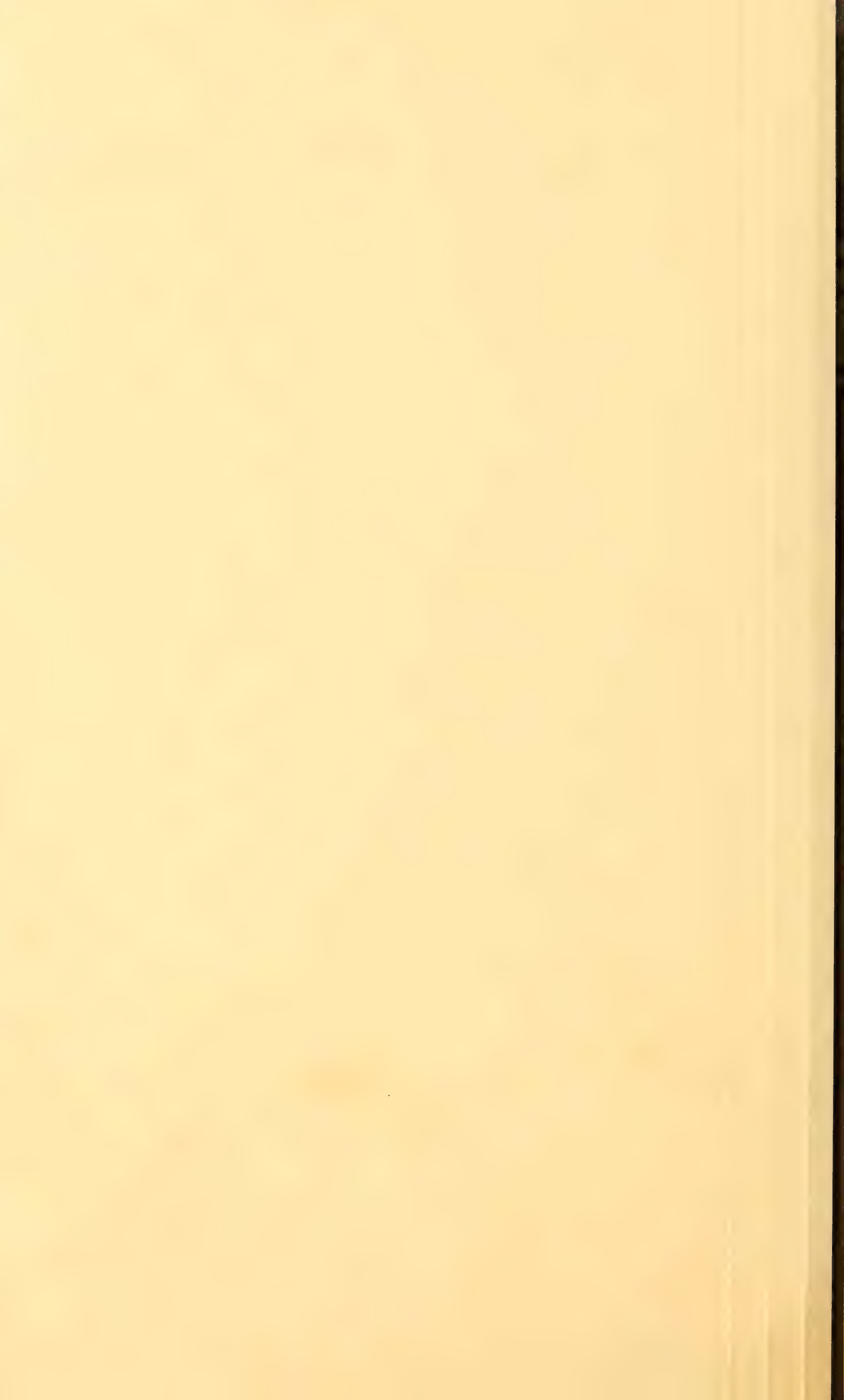
Herzfeld St.: l I.

l II.

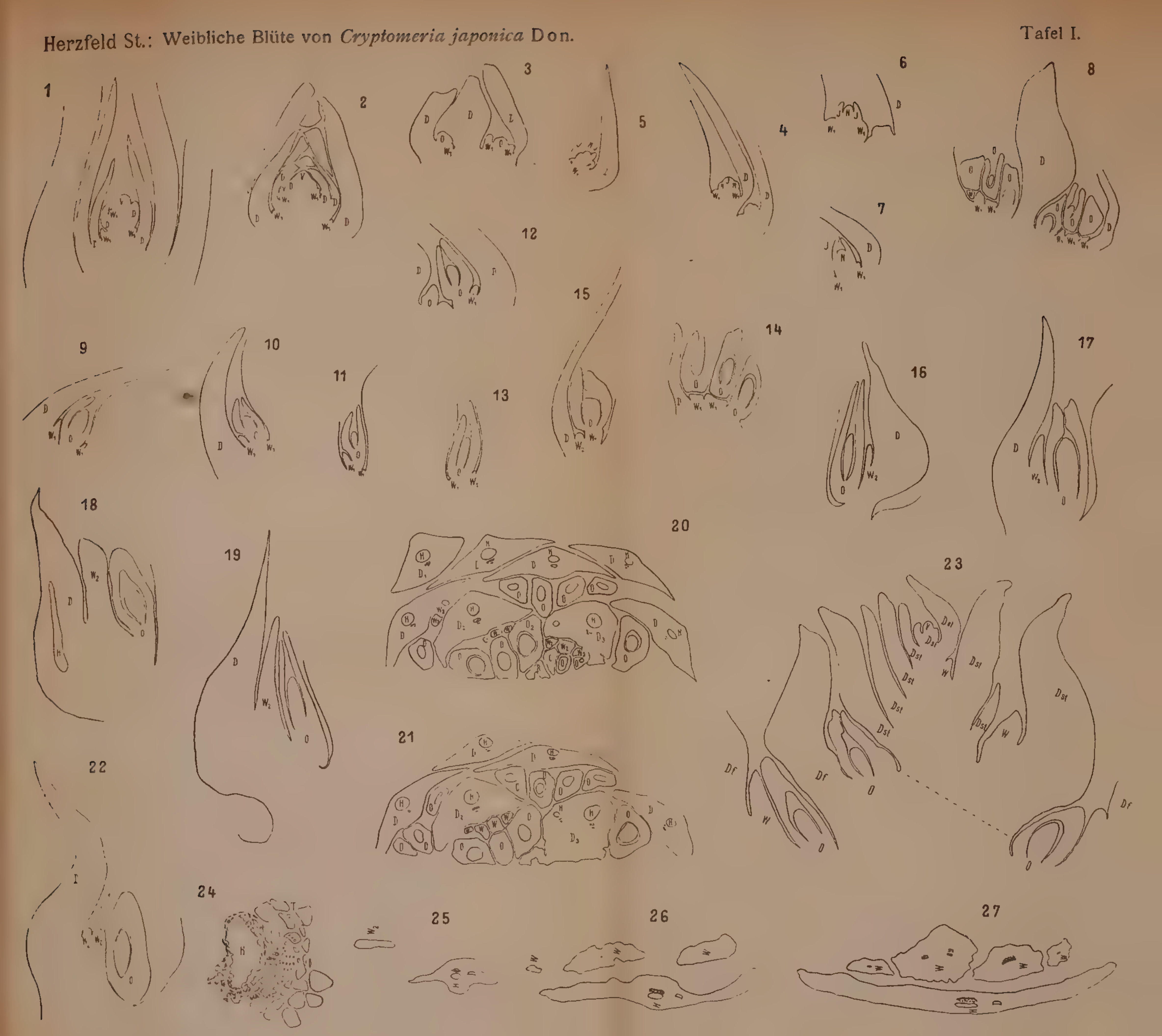


)10.

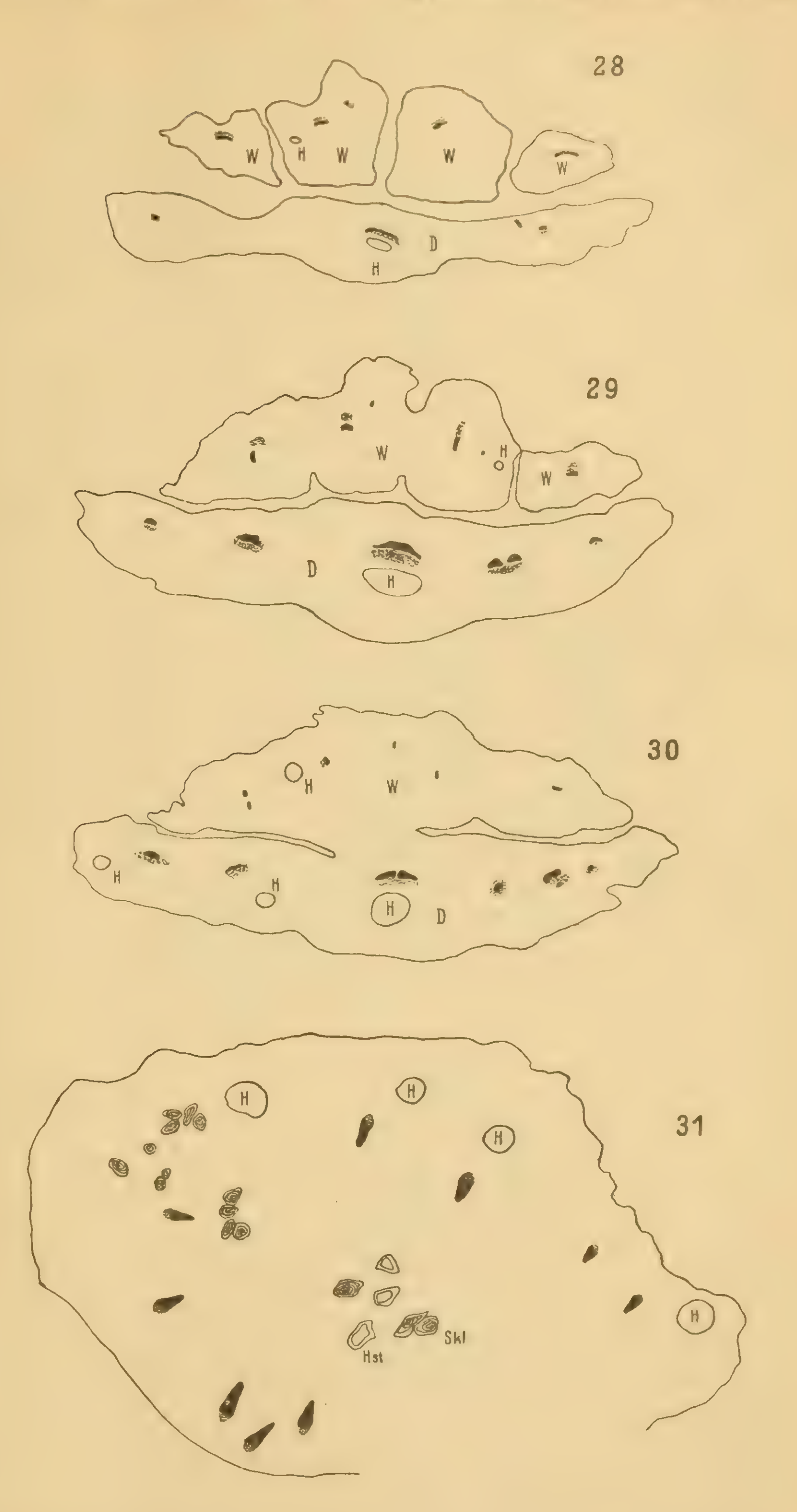
Sitzungsberic



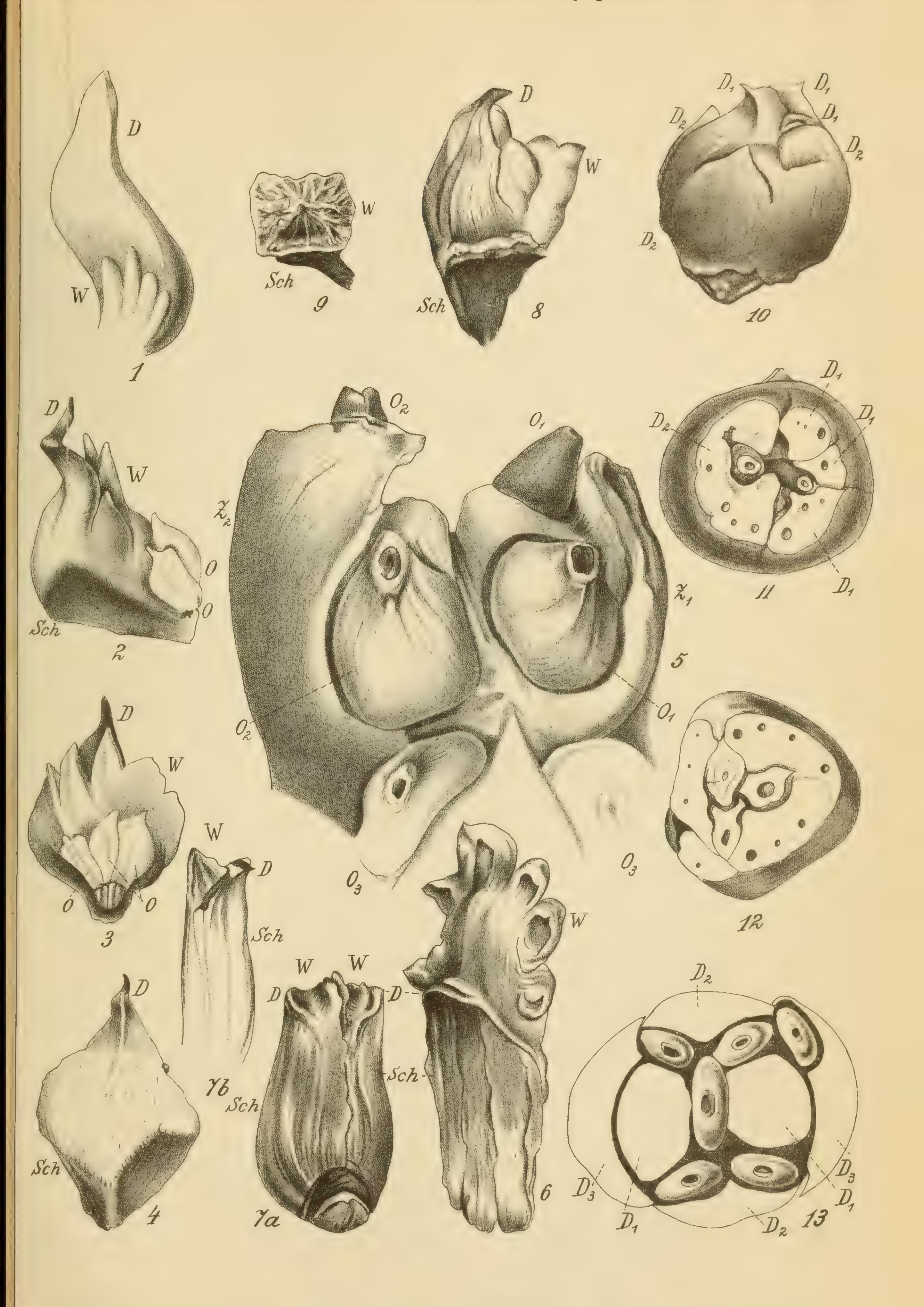
Herzfeld St.: Weibliche Blüte von *Cryptomeria japonica* Don. Tafel I.






28
W
H
W
W
W
D
H
29
W
H
W
D
H
30
H
W
H
H
H
D
31
H
H
H
H
Skl
Hst




D
W
1
D
W
Sch
9
D
W
Sch
8
D_1
D_1
D_2
D_1
D_2
D_2
10
D
W
O
O
Sch
2
O_2
O_1
Z_2
Z_1
5
O_1
O_2
O_3
O_3
D_1
D_2
D_1
D_1
11
12
D
W
O
O
3
W
D
Sch
7b
D
Sch
4
W
W
D
D
Sch
Sch
7a
W
6
D_2
D_3
D_1
D_3
D_1
D_2
13



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. VIII. HEFT.

JAHRGANG 1910. — OKTOBER.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 2 TAFELN UND 4 TEXTFIGUREN.)





WIEN, 1910.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT

des 8. Heftes, Oktober 1910, des CXIX. Bandes, Abteilung I, der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Preis des ganzen Heftes: 3 K 90 h — 3 M 90 pf.

SITZUNGSBERICHTE

DER

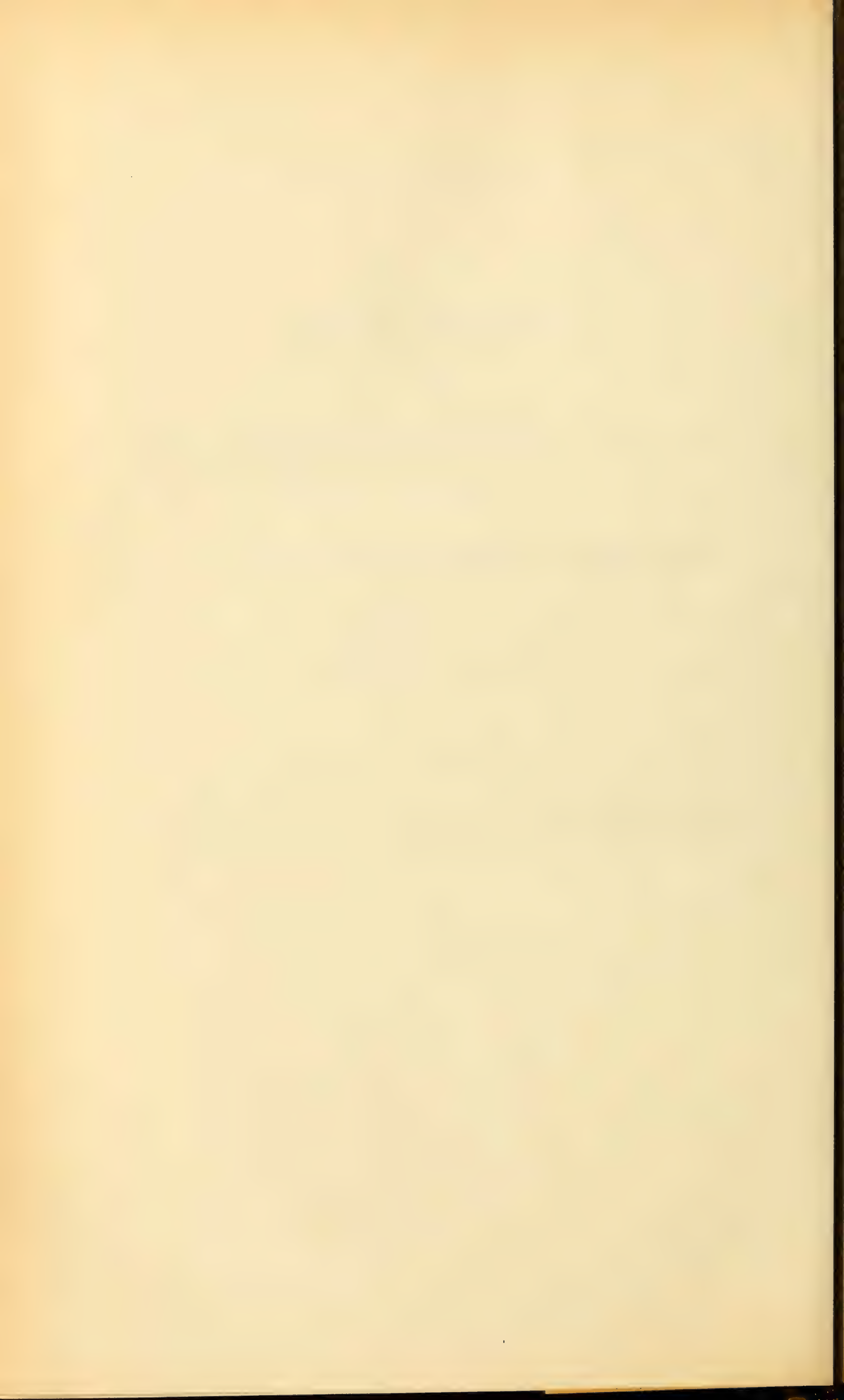
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. VIII. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.



Zur Kenntnis der Stoffwechselvorgänge bei geotropischer Reizung

(II. Mitteilung)

von

V. Grafe und K. Linsbauer.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien,
Nr. 8 der zweiten Folge.

Ausgeführt mit einer Subvention aus dem Legate Scholz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 20. Oktober 1910.)

Gregor Kraus[1] hat bereits im Jahre 1880 die Untersuchung der Frage nach chemischen Änderungen bei geotropischer Reizung in Angriff genommen und einen Unterschied im Säure- und Zuckergehalt in den antagonistischen Flanken gereizter Stengel nachgewiesen. Diese Beobachtungen wurden jedoch nicht weiter verfolgt. Inzwischen hat die Reizphysiologie in der Hauptsache einen anderen Weg eingeschlagen; das allgemeine Interesse wandte sich mehr der Ermittlung der Gesetzmäßigkeit des Reizgeschehens zu, während kausale, physikalisch-chemische Erklärungsversuche in den Hintergrund traten. Erst Czapek[2] betrat wieder den Weg, der seit Kraus gemieden worden war, und gelangte zu den bekannten Ergebnissen, deren Bedeutung wohl fraglos wäre, wenn fernere Untersuchungen sie bestätigen könnten. Darüber gerieten die Kraus'schen Versuche fast in Vergessenheit, mit Unrecht, wie uns scheint. Die von Kraus gefundenen Differenzen blieben

[1] G. Kraus, Über die Wasserverteilung in der Pflanze. Abh. d. Naturf. Ges. zu Halle, XV, 1880.

[2] Czapek und Bertel, Oxydative Stoffwechselvorgänge bei pflanzlichen Reizreaktionen. Prsgh., XLIII und die daselbst zitierte Literatur.

zwar im luftverdünnten Raum aus, obwohl bekanntlich auch hier eine Geoperzeption stattfindet. Daraus folgt jedoch nur, daß die gefundenen Unterschiede keinen primären Effekt darstellen können. Der primäre Reizeffekt, i. e. die erste Zustandsänderung infolge der Reizwirkung, ist jedoch vielleicht überhaupt nicht chemischer, sondern physikalischer Natur und kann sich daher schon aus diesem Grunde bei O-Mangel geltend machen. Eine derartige Vorstellung liegt schon der von Loeb physiologisch begründeten Statolithenhypothese zugrunde und wurde auch von einem von uns an anderer Stelle geäußert. Daß eine derartige physikalische Änderung chemische Differenzen nach sich ziehen kann, unterliegt natürlich keinem Zweifel. Daß tatsächlich der geotropische Reizvorgang mit chemischen Änderungen verknüpft ist, erfuhr erst kürzlich durch Kanitz[1] eine weitere Bestätigung durch den Nachweis der Giltigkeit der RGT-Regel für die geotropische Präsentations- und Reaktionszeit. Zunächst kann es sich, wie uns scheint, überhaupt nur um Ermittlung solcher chemischer Differenzen handeln und von diesem Gesichtspunkt aus sind auch die Kraus'schen Untersuchungen nicht ohne Wert. Ob eine aufgefundene Differenz für die Perzeption, Reaktion oder ein anderes Glied der Reizkette verantwortlich zu machen ist, ob sie mit dieser direkt oder indirekt im Zusammenhange steht, eine Frage, die anläßlich der Czapek'schen Arbeiten wiederholt diskutiert wurde, ist zunächst von sekundärer Bedeutung und kann erst mit Sicherheit entschieden werden, wenn eine größere Zahl von Ergebnissen es gestatten wird, ein Gesamtbild der Stoffwechseländerungen während des gesamten Reizablaufes zu entwerfen. Dabei darf übrigens nicht übersehen werden, daß die sogenannten Glieder der Reizkette doch nur scheinbar wohlgetrennte Phasen des Reizprozesses darstellen; tatsächlich handelt es sich dabei aber um durch bloße Abstraktion

[1] A. Kanitz, Weitere Beiträge zur Abhängigkeit der Lebensvorgänge von der Temperatur. Zeitschr. f. physikal. Chemie, LXX, 198 (1909). Die Van t' Hoff'sche RGT- (RG = Reaktionsgeschwindigkeit, T = Temperatur) Regel, welche auch für viele Lebensvorgänge gilt, besagt bekanntlich, daß innerhalb mittlerer Temperaturen die Reaktionsgeschwindigkeit bei Steigerung der Temperatur um 10° sich verdoppelt oder verdreifacht.

gewonnene, für die deskriptive Darstellung bequeme Begriffe, während in Wirklichkeit bei der Reizung wohl eine kontinuierliche, vielfach verzweigte und in andere Stoffwechselvorgänge eingreifende Kette chemisch-physikalischer Prozesse abläuft.

Bei den nachfolgenden Untersuchungen handelte es sich uns daher nicht nur darum, solche chemische Differenzen zwischen gereizten und ungereizten Organen aufzudecken, die etwa innerhalb der geotropischen Präsentationszeit auftreten, sondern nur um eventuelle Differenzen während der Zeit des Reizablaufes im allgemeinen, in der Erwägung, daß nicht Einzelbefunde, sondern erst die Kenntnis verschiedenartiger Stoffwechselvorgänge innerhalb dieses Zeitraumes die Basis für eine chemische Theorie des Geotropismus bieten können. Insofern sind auch negative Befunde nicht ohne Interesse, weshalb wir uns veranlaßt sehen, unsere bisherigen Untersuchungen zu veröffentlichen, obgleich unsere Bemühungen zu keinem positiven Ergebnisse führten.

Ohne G. Kraus' Versuche zu wiederholen, schlossen wir insofern an sie an, als wir die Acidität des Zellsaftes bei gereizten und ungereizten Organen — wir benützten Wurzelspitzen von Lupinen — einer vergleichenden Untersuchung unterzogen. Wir bedienten uns — da die gewöhnliche titrimetrische Methode wegen der schnellen Bräunung der Extrakte und der damit verbundenen Unsicherheit im deutlichen Erkennen des Farbenumschlages ungeeignet schien — der von Friedenthal und Salm[1] ausgearbeiteten Methode, mit verschiedenen Indikatoren den H-Ionengehalt der Lösung zu bestimmen. Auf diesem Wege Differenzen zu ermitteln, erwies sich aber bald als völlig aussichtslos; es war weder zwischen gereizten und ungereizten noch zwischen den antagonistischen Hälften gereizter Wurzeln irgendeine Differenz zu bemerken, obgleich die Farbenunterschiede schon bei äußerst geringen

[1] Zur Kenntnis der acidimetrischen und alkalimetrischen Indikatoren. Zeitschr. f. Elektrochemie, XIII, 125 (1907). — Salm, Zeitschr. f. Elektrochemie, X, 342 (1904); XII, 99 (1906). — Friedenthal, ebendas., X, 114 (1904); ders. in Abderhaldens, Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden, Urban & Schwarzenberg, Wien-Berlin, I, 542 (1910). — Salm, Zeitschr. f. physikal. Chemie, LVII, 471 (1906).

Differenzen im H-Ionengehalte sehr charakteristisch sind. Nichtsdestoweniger kann jedoch das Kraus'sche Ergebnis zurecht bestehen. Unsere Methode ließ ja den Gehalt der Flüssigkeit an H-Ionen bestimmen, während Kraus eine Differenz im Gehalt an freier Säure gefunden hatte.

Aussichtsvoller erschien es zunächst, enzymatische Vorgänge in Betracht zu ziehen. Auf solche hatte bereits Czapek hingewiesen; inzwischen waren wir auch auf die umfangreichen Untersuchungen von Wolfgang Ostwald[1] aufmerksam geworden, welcher anscheinend sehr auffällige Differenzen im Peroxydase- und Katalasegehalt im Zusammenhange mit positivem und negativem Heliotropismus bei Tieren ermittelte. Wir griffen den Gedanken, diese Untersuchungen auf geotropische Pflanzenorgane zu übertragen, um so mehr auf, als es weder uns[2] noch Grottian[3] gelungen war, so ausgesprochene Differenzen in der $AgNO_3$-Reduktion aufzufinden, wie sie von Czapek angegeben worden waren.

Versuche, eine eventuelle Änderung im Peroxydasegehalte gereizter und ungereizter Organe zu ermitteln, haben wir mit Rücksicht auf den Mangel einer passenden quantitativen Methode nur in kleiner Zahl durchgeführt, um uns um so eingehender mit der Untersuchung eventueller Änderungen im Katalasegehalt zu beschäftigen. Unsere Peroxydaseversuche haben uns nur das eine gelehrt, daß die guajakbläuende Wirkung des Organbreies in überraschend kurzer Zeit beim Stehen an der Luft geschwächt wird, eine Erfahrung, die wir insofern auch bei den Katalaseversuchen verwerteten, als wir stets sorgfältig auf die Einhaltung gleicher Zeiten bei den Parallelversuchen der einzelnen Versuchsreihen achteten und jede Operation (Reizung, Zerreiben, Zusatz von Chloroformwasser, Perhydrol etc., Titrieren) nur mit der Stoppuhr in der Hand vornahmen. Die Wirkung der Katalase wurde quanti-

---

[1] Über die Lichtempfindlichkeit tierischer Oxydasen und über die Beziehung dieser Eigenschaften zu den Erscheinungen des tierischen Phototropismus. Biochem. Zeitschr., X, H. 1 und 2 (1908).

[2] Diese Verhandlungen, CXVIII (1909).

[3] Beitrag zur Kenntnis des Geotropismus. Inauguraldissertation, Dresden 1908.

tativ durch Bestimmung des Wasserstoffsuperoxyds ermittelt, welches von einer gewissen, genau eingestellten Menge desselben nach der eine bestimmte Zeit hindurch andauernden perhydrolzerstörenden Wirkung des Enzyms zurückgeblieben war.

Die Bestimmung des nach unterbrochener Katalasearbeit zurückgebliebenen Wasserstoffsuperoxyds wurde zunächst in der üblichen Weise mit Kaliumpermanganat in saurer Lösung vorgenommen.

Der in der Achatreibschale ohne Zusatz eines zerreibenden Mediums bereitete Organbrei wurde mit einer bestimmten Menge Chloroformwassers vermischt, über ein möglichst kleines Filter in eine Schüttelflasche filtriert und über dasselbe Filter die abpipettierte Menge Wasserstoffsuperoxyd gegossen. Das verwendete Wasserstoffsuperoxyd war auf $^{m}/_{50}$ eingestellt und zuerst aus käuflichem geringprozentigen Wasserstoffsuperoxyd, später aus reinem Perhydrol (Merck) bereitet. Nach einer bestimmten Zeit wurde im Filtrat die Arbeit der Katalase durch Zugabe einer bestimmten Menge konzentrierter Schwefelsäure unterbrochen und darauf sofort die Titration vorgenommen. Je nach Bedarf wurde auch das Filtrat in aliquote Teile geteilt und diese in bestimmten Zeitintervallen titriert, um die Wirkungsweise des Fermentes durch eine längere Zeitperiode hindurch verfolgen zu können. Die Permanganatlösung wurde, mit reiner Oxalsäure in der gewöhnlichen Weise eingestellt, in der Stärke $^{m}/_{500}$ verwendet, beide Lösungen (die Wasserstoffsuperoxyd- und Permanganatlösung) in größeren Quantitäten hergestellt und in angemessenen Zeitintervallen gegeneinander nachgeprüft. Der erste Tropfen, welcher etwa eine halbe Minute bleibende Rosafärbung in der titrierten Lösung verursachte, wurde als Kriterium für Beendigung der Titration genommen. Diesem Verfahren haften insofern Ungenauigkeiten an, als einerseits der Pflanzenpreßsaft von vornherein nicht farblos, sondern mehr weniger gelblich erhalten wird, andrerseits die anfängliche Rosafärbung nach scheinbarer Beendigung der Titration bei energischem Umschütteln verschwindet, nachdem sie mehrere Sekunden angehalten hat, da ja die zahlreichen organischen Komponenten des Saftes die Maßflüssigkeit erst nach und nach reduzieren, so daß bisweilen eine wirklich

bleibende Rosafärbung erst nach mehreren Stunden Schüttelns und Weitertitrierens erhalten wird. Es müßte also auf den ersten sichtbaren, durch ganz bestimmte Zeit bleibenden Umschlag gearbeitet werden.

Diese Unsicherheit schien sich durch Verwendung der von A. Jolles[1] gebrauchten Jodkalimethode umgehen zu lassen. Das Wasserstoffsuperoxyd vermag ja aus Jodkalilösungen in salzsaurer Lösung die äquivalente Menge Jod freizumachen, welches dann mit Natriumthiosulfat unter Verwendung von Stärkekleister als Indikator zurücktitriert werden kann. Zu dem mit Chloroformwasser filtrierten Preßsaft, in welchem die Katalase eine bestimmte Zeit auf die zugefügte Perhydrolmenge gewirkt hatte, wurde zur Beendigung der Reaktion konzentrierte Salzsäure, hierauf 10 cm^3 einer zehnprozentigen, jederzeit frisch bereiteten Jodkalilösung hinzugegeben und das ausgeschiedene Jod mit Thiosulfatlösung titriert. Die letztere war in üblicher Weise mit Kaliumbijodat so eingestellt, daß 10 cm^3 der verwendeten Wasserstoffsuperoxydlösung ungefähr so viel Jod aus einer zehnprozentigen Jodkalilösung in Freiheit setzten, daß von demselben etwa 15 cm^3 verbraucht wurden, und wurde von Zeit zu Zeit kontrolliert. Die Jodmenge, welche durch die verwendete Salzsäure infolge des unvermeidlichen Chlorgehaltes allein ausgeschieden wird, wurde ebenfalls festgestellt[2] und bei der Vergleichung der Titerzahlen berücksichtigt. Die verwendeten Büretten waren möglichst eng und gestatteten bequem die Ablesung von $^1/_{20}$ cm^3, die Tropfengröße wurde mit drei Tropfen für $^1/_{10}$ cm^3 bestimmt. Immerhin zeigte auch dieses Verfahren, wiewohl es sicherer gehandhabt werden konnte als das vorige, Unsicherheiten in bezug auf die Präzision des Umschlages, woran die kolloidalen Substanzen des Preßsaftes schuld tragen mögen und die Unannehmlichkeit der anfäng-

---

[1] Quantitative Bestimmung der Katalasen im Blut. Fortschritte der Medizin, XXII, 1229 (1905).

[2] Dieser Wert, an und für sich sehr unbedeutend (höchstens 0·25 cm^3 unserer Thiosulfatlösung für 10 cm^3 rauchender HCl), fällt übrigens, da die Versuche streng vergleichend durchgeführt wurden, nicht ins Gewicht. Der Fehler haftete gleichmäßig allen Versuchen an, die HCl wurde für alle Versuchsreihen von neuem kontrolliert.

lichen leichten Gelblichfärbung, was sich besonders störend bemerkbar machte, als behufs ungestörter Katalasearbeit sehr verdünnte ($^1/_{152}$ molare) Perhydrollösungen Verwendung fanden.

Die verwendeten Keimlinge wurden im Glashaus unter Dunkelsturz aufgezogen, die notwendigen Operationen bis zur Durchführung der Titration in der Dunkelkammer bei gelbem, durch eine Schicht von Kaliumbichromat hindurchgegangenen Licht vorgenommen, welches erwiesenermaßen keine heliotropischen Effekte hervorrief, so daß heliotropische Induktion ausgeschaltet war. In der Dunkelkammer wurden also aus der Kultur in der Keimschale die möglichst genau gleichlangen Keimlinge herausgesucht, gemessen, die eine Serie behufs geotropischer Reizung eine bestimmte Zeit in eine mit feuchtem Fließpapier belegte Glasschale ausgelegt, die andere in einer kleinen Achatreibschale zu einem völlig homogenen Brei ohne Verwendung eines zerreibenden Mediums verrieben, mit 5 cm^3 gesättigten Chlorwassers in der Schale digeriert und dann mit der entsprechenden Menge Perhydrollösung über ein kleines Filter in die Schüttelflasche filtriert. Die Digestion mit Chloroformwasser nahm 2 Minuten in Anspruch und wurde ebenso wie die Wirkungsdauer der Katalase nach der Zugabe von Perhydrol mit der Sekundenuhr abgestoppt. Nach einer bestimmten Zeit wurde die Katalasearbeit durch Eingießen von 10 cm^3 konzentrierter Salzsäure zum Stillstand gebracht, 10 cm^3 der Jodkalilösung hinzugefügt und nach einer Minute fortgesetzten Umschüttelns titriert.

Das sofortige Titrieren hatte sich als notwendig erwiesen, da wir beobachten konnten, daß der gelbe Farbenton der Probe mit der Zeit nachdunkelte, also offenbar neben der Katalase, welche ja durch die Salzsäure in ihrer Tätigkeit unterbunden war, noch Stoffe im Extrakt der Reibmasse vorhanden sein mußten, welche diese sukzessive Jodausscheidung (auch bei Lichtabschluß) bewirkten. Über die Stärke dieser Jodausscheidung wurden einige Versuche angestellt, welche dieselbe einerseits zeitlich verfolgten, andrerseits nach Verhinderung der Katalasewirkung durch Salzsäure sicherstellten und schließlich in Parallelproben gleicher Flüssigkeitsvolumina, in deren einem aber das Perhydrol durch Wasser ersetzt war, neben der

eigentlichen Katalasewirkung zu studieren gestatteten. Um die Einflußnahme dieser Stoffe praktisch auszuschalten, wurde in der Folge jede Probe sofort titriert. Zur Sicherheit wurde bei jedem Versuch in einer blinden Probe gleichzeitig die verwendete H_2O_2-Menge gegen $KMnO_4$, respektive $Na_2S_2O_3$ eingestellt.

Um die Arbeit der Katalase in bestimmten Zeitintervallen zu verfolgen, wurden zu dem Chloroformwasserextrakt des Pflanzenbreies je 50 *cm*³ Perhydrol hinzugefügt und von diesem Filtrat dann in bestimmten Zeitintervallen je 10 *cm*³ abpipettiert und hier erst die Katalase durch Säurezusatz vernichtet. Sonst wurde jedesmal nur mit 10 *cm*³ der eingestellten Perhydrollösung gearbeitet.[1]

Die Katalase, welche sich bekanntlich eines sehr verbreiteten Vorkommens im Pflanzenreich erfreut, findet sich bei den Keimlingen von *Helianthus annuus*, unserer ausschließlichen Versuchspflanze, in den Kotyledonen, im Hypokotyl und in der Wurzel. Ihr Gehalt oder, genauer gesagt, ihre Wirkung hängt hingegen wesentlich vom jeweiligen Entwicklungszustand der Versuchspflanze ab.

Aus der folgenden Tabelle ist der Verbrauch an $KMnO_4$ nach 5 Minuten langer Wirkung der Katalase bei verschieden langen Keimlingen und sonst annähernd gleichen Verhältnissen angegeben. Es sei noch bemerkt, daß von den verwendeten Keimlingen im Interesse einer bequemeren und genaueren Messung die nutierenden Spitzen knapp unter der Krümmungsstelle abgeschnitten wurden. Vom restierenden Hypokotyl wurden die folgenden 4 *cm* (bei kürzeren Keimlingen 2 *cm* von je zwei Keimlingen) zum Versuche benutzt; die verbrauchte $KMnO_4$-Menge ist somit auf gleiche Längen bezogen.

---

[1] Einzelne genauere methodische Angaben wurden den Tabellen aus unseren Protokollheften in der Rubrik »Anmerkung« fallweise beigefügt. Die Menge des zugesetzten H_2O_2 betrug nicht immer 10 *cm*³; der Betrag desselben ist in den Tabellen jedesmal angeführt.

Versuchs- nummer	Länge der Keimlinge in Zentimeter	Verbrauchte Menge $KMnO_4$ in Kubikzentimeter
66 *a*	2	2·45
67 *a*	2	2·3
64 *a*	4	4·85
58 *a*	4·8	4·75
60 *a*	5	5·05
61 *a*	5·5	4·55
63 *a*	5·5	5·15
62 *a*	6·3	5·7
65 *a*	7·5	5·6
68 *a*	8·5	6·25
69 *a*	9·5	5·75

Anmerkung. Der Verbrauch an $KMnO_4$ wurde nach 5 Minuten währender Katalasewirkung ermittelt. Dem Chloroformextrakt wurden stets 10 cm^3 H_2O_2 zugesetzt, welche für sich 7·4 cm^3 $KMnO_4$ verbrauchten.

Es verbrauchten somit

2 *cm* lange Keimlinge im Durchschnitt 2·37 cm^3 $KMnO_4$,
4 bis 5·5 *cm* » » » » 4·87 cm^3 »
6 » 9·5 *cm* » » » » 5·82 cm^3 »

Ganz analoge Ergebnisse lieferten auch die mit der JK-Methode durchgeführten Versuche.

Es ergibt sich demnach der Satz, daß die Katalasewirkung mit der absoluten Länge der Keimlinge bedeutend abnimmt. Die gefundenen Zahlen lassen erwarten, daß überhaupt eine Beziehung zwischen Wachstumsintensität und Katalasewirkung vorhanden ist, ohne daß man freilich von einer einfachen Proportionalität sprechen könnte. Tatsächlich fanden wir wiederholt, daß die Katalasewirkung des apikalen Teiles die einer gleichlangen basalen und bereits ausgewachsenen Partie desselben Hypokotyls mehr oder minder übertrifft. Auch ergab sich regelmäßig, daß günstigere Vegetationsbedingungen, insbesondere entsprechende Feuchtigkeit und Temperatur, eine erhöhte Katalasewirkung der betreffenden Extrakte im Gefolge hatten. Daraus ergibt sich in methodischer Beziehung, daß, strenge genommen, nur unmittelbar nach-

einander durchgeführte Versuche, zu denen stets Material derselben Aussaat benutzt wurde, einen quantitativen Vergleich ermöglichen, während im allgemeinen an verschiedenen Tagen durchgeführte Versuche nicht vergleichbar erscheinen. Die Katalasewirkung hängt demnach nicht bloß von der jeweiligen Länge der benutzten Keimlinge, sondern von ihrem momentanen Wachstumszustand überhaupt ab. Darin liegt aber der schwerste, leider — wenigstens bei unserem Material — kaum zu umgehende Versuchsfehler, der nur durch eine größere Zahl von Versuchsreihen ausgeglichen werden kann.[1]

Was den Verlauf der Katalasewirkung betrifft, so gelangten wir zu einem ähnlichen Ergebnisse wie W. Ostwald. Wir entnehmen zunächst ein derartiges Beispiel unserem Versuchsprotokolle.

Versuch Nr. 71. Zahl der benützten Keimlinge 3; Länge derselben 8 *cm*. Länge der extrahierten Hypokotylteile 5 *cm*. Dem Stengelbrei, dessen Herstellung 5/4 Minuten erforderte, wurden nach dieser Zeit 5 cm^3 Chloroformwasser zugefügt und die Substanz filtriert. Zum Filtrat werden nach weiteren 2 Minuten 50 cm^3 H_2O_2 (5 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 7·2 cm^3 $Na_2S_2O_3$) zugesetzt. Alle 5 Minuten werden je 10 cm^3 abpipettiert, die Katalasewirkung durch 10 cm^3 konzentrierter HCl unterbrochen, 10 cm^3 JK (10 %) zugesetzt und sofort titriert.

Zeit [2] in Minuten	Titer
0	14·4
5	9·1
10	7·8
15	6·25
20	5·15
25	4·15

[1] Messungen an markierten Keimlingen ergaben, daß von 50 gleichlangen Keimlingen derselben Aussaat am folgenden Tage nur mehr 18 genau dieselbe Länge erreicht hatten, während die Längen der übrigen innerhalb ziemlich bedeutender Grenzen schwankten. Während der nächsten 24 Stunden hatte auch von diesen 18 Individuen wieder nur ein kleiner Prozentsatz im Wachstum gleichen Schritt gehalten. Der Wachstumszustand in einem bestimmten Zeitpunkt genau gleichlanger Keimlinge ist somit ein sehr variabler.

[2] Vom Beginne der Katalasewirkung an gerechnet.

Es nimmt, wie man sieht, naturgemäß die Quantität der in aufeinander folgenden gleichen Zeiten von der Katalase verarbeiteten H_2O_2-Menge ganz beträchtlich ab. Berechnet man in analoger Weise wie W. Ostwald die Geschwindigkeitskonstanten der Reaktion für aufeinanderfolgende gleiche Zeitintervalle ($K_1 K_2 K_3 \ldots$) nach der Formel $K = \frac{\lg C - \lg C_0}{0 \cdot 4343\, \vartheta}$ unter Annahme einer monomolekularen Reaktion, so ergibt sich eine ziemlich beträchtliche Abnahme von K. So ergab z. B. ein Versuch (Nr. 75) für die ersten drei Intervalle von je 5 Minuten:

$$K_1 = 0 \cdot 0365$$
$$K_2 = 0 \cdot 0267$$
$$K_3 = 0 \cdot 0206.$$

Wir glauben daraus schließen zu sollen, daß die Annahme eines Reaktionsverlaufes nach monomolekularem Schema für die untersuchte Katalasewirkung nicht zutrifft.[1]

Nach diesen wenigen Vorbemerkungen seien unsere Versuche zur Konstatierung etwaiger Differenzen in der Katalasewirkung des Organbreies aus gereizten und ungereizten *Helianthus*-Hypokotylen in Kürze wiedergegeben.

A. Versuche nach der $KMnO_4$-Methode.

Unsere Versuche sollen nachstehend auszugsweise kurz in Form von Tabellen wiedergegeben werden, die kaum einer weiteren Erläuterung bedürfen; es sei nur bemerkt, daß $g-u$ die Differenz im Permanganatverbrauch zwischen gereizten und ungereizten Wurzeln bedeutet. Ist die Differenz positiv, hat also der Brei aus gereizten Wurzeln mehr Permanganat verbraucht, so war die Katalasewirkung mithin eine schwächere und umgekehrt.

---

[1] Siehe auch Henri, Gesetze der Enzymwirkungen und heterogene Katalyse. Zeitschr. f. Elektrochemie, Bd. XI, p. 790. Vgl. dagegen W. Ostwald, l. c., p. 23. Nach Euler (Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie II, Braunschweig 1909, p. 80) machen sich oft störende Hemmungen der Enzymreaktion durch teilweise Zerstörung der reaktionsbeschleunigenden Enzyme, durch Anhäufungen der Reaktionsprodukte, durch das Substrat etc. geltend, so daß die Reaktionskoeffizienten k der ersten Ordnung mit der Zeit ständig sinken, das Bild der monomolekularen Reaktion verwischend, wie das an derselben Stelle (untere Tabelle auf p. 80) illustriert wird. Ähnliche Verhältnisse mögen vielleicht auch für die von uns untersuchte Katalasewirkung zutreffen.

Tabelle I.

Versuchsnummer	Datum	Zahl der benutzten Keimlinge	Länge der Keimlinge in Zentimeter	Länge der untersuchten Hypokotylteile in Zentimeter	Dauer der Reizung in Minuten	Dauer der Katalasewirkung in Minuten	Verbrauch von $KMnO_4$ in Kubikzentimeter		Differenz $g-u$	Anmerkung [1]
							ungereizt	gereizt		
44	28./VII.	5	5	4	5	5	5·45	5·75	0·30	10 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 7·60 cm^3 $KMnO_4$; 2 Minuten zerrieben, nach 10 Sekunden 10 cm^3 H_2O_2 zugesetzt.
						10	4·05	4·50	0·45	
						15	3·00	3·55	0·55	
						20	2·55	3·00	0·45	
						25	2·10	2·50	0·40	
							Σ 17·15	Σ 19·30	2·15	
45	29./VII.	5	5	4	5	$5^m\ 12^s$	5·00	5·3	0·3	10 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 7·60 cm^3 $KMnO_4$; 2 Minuten zerrieben, nach 15 Sekunden 10 cm^3 H_2O_2 zugesetzt.
						10 12	3·25	4·0	0·75	
						15 12	2·45	3·15	0·70	
						20 12	2·05	2·5	0·45	
						25 12	1·70	2·0	0·30	
							Σ 14·45	Σ 16·95	2·50	
46	29./VII.	5	5	4	5	5	5·05	5·2	0·15	10 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 7·60 cm^3 $KMnO_4$; 2 Minuten zerrieben, nach 15 Sekunden 10 cm^3 H_2O_2 zugesetzt.
						10	3·5	3·75	0·25	
						15	2·6	3·0	0·40	
						20	2·0	2·65	0·65	
						25	1·65	1·75	0·10	
							Σ 14·80	Σ 16·35	1·55	

47	29./VII.	5	5	4	5	5	5·3	5·20	—0·1	10 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 7·60 cm^3 $KMnO_4$; 2 Minuten zerrieben, nach 15 Sekunden 10 cm^3 H_2O_2 zugesetzt.
						10	3·9	3·85	—0·05	
						15	3·0	2·85	—0·15	
						20	2·4	2·35	—0·05	
						25	2·0	1·90	—0·1	
							Σ 16·6	Σ 16·15	—0·45	
48	30./VII.	5	8·5—9	4	5	5	5·6	6·05	0·45	10 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 7·60 cm^3 $KMnO_4$; 2 Minuten zerrieben, sofort 10 cm^3 H_2O_2 zugesetzt.
						10	4·0	4·8	0·8	
						15	3·05	3·75	0·7	
						20	2·4	3·2	0·8	
						25	2·15	2·5	0·35	
							Σ 17·20	Σ 20·30	3·10	
49	30./VII.	5	8·5—9	4	5	5	6·1	6·20	0·1	10 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 7·60 cm^3 $KMnO_4$; 2 Minuten zerrieben, sofort 10 cm^3 H_2O_2 zugesetzt.
						10	4·7	5·05	0·35	
						15	3·9	4·15	0·15	
						20	3·25	3·50	0·25	
						25	2·8	2·85	0·05	
							Σ 20·75	Σ 21·75	1·00	
51	30./VII.	5	8·5	4	10	5	6·05	5·95	—0·10	
						10	4·55	4·35	—0·20	
						15	3·60	3·40	—0·20	
						20	2·95	2·75	—0·20	
						25	2·60	2·45	—0·15	
							Σ 19·75	Σ 18·90	—0·85	

[1] Die in der Rubrik »Anmerkung« jeweilig angeführten Versuchsdaten gelten, wo nicht anders bemerkt, auch für die nachfolgenden Versuche.

Versuchsnummer	Datum	Zahl der benutzten Keimlinge	Länge der Keimlinge in Zentimeter	Länge der untersuchten Hypokotylteile in Zentimeter	Dauer der Reizung in Minuten	Dauer der Katalasewirkung in Minuten	Verbrauch von $KMnO_4$ in Kubikzentimeter		Differenz $g-u$	Anmerkung
							ungereizt	gereizt		
52	2./VIII.	10	2·5—3	2	10	$5^1/_2$	2·9	3·1	0·2	10 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 7·4 cm^3 $KMnO_4$; $2^1/_2$ Minuten zerrieben, sofort H_2O_2 zugesetzt. 10 cm^3 H_2O_2 = 7·45 cm^3 $KMnO_4$.
						$10^1/_2$	1·6	1·95	0·35	
						$15^1/_2$	1·2	1·5	0·3	
						$20^1/_2$	0·9	1·1	0·2	
						$25^1/_2$	0·8	0·9	0·1	
							Σ 7·4	Σ 8·55	1·15	
53	2./VIII.	10	2·5—2·8	2	10	$5^1/_2$	3·55	3·40	—0·15	10 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 7·4 cm^3 $KMnO_4$; $2^1/_2$ Minuten zerrieben, sofort H_2O_2 zugesetzt. 10 cm^3 H_2O_2 = 7·45 cm^3 $KMnO_4$.
						$10^1/_2$	2·35	2·35	0·00	
						$15^1/_2$	1·75	1·65	—0·10	
						$20^1/_2$	1·45	1·25	—0·20	
						$25^1/_2$	1·45	1·05	—0·40	
							Σ 10·55	Σ 9·70	—0·85	
54	3./VIII.	7	3·5—4	3	5	5	4·80	4·65	—0·15	10 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 7·4 cm^3 $KMnO_4$; 2 Minuten zerrieben, sofort H_2O_2 zugesetzt.
						10	3·25	2·90	—0·35	
						15	2·40	2·10	—0·30	
						20	1·80	1·65	—0·15	
						25	1·55	1·40	—0·15	
							Σ 13·80	Σ 12·70	—1·10	

55	3./VIII.	5	3·5	3	5	5	4·35	4·4	0·05	
						10	2·9	2·9	0·0	
							Σ 7·25	Σ 7·3	0·05	
56	3./VIII.	5	4—4·3	4	5	5	3·1	2·95	—0·15	10 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 7·4 cm^3 $KMnO_4$; nach 25 Sekunden H_2O_2 zugesetzt, sonst wie oben.
						10	3·05	2·6	—0·45	
							Σ 6·15	Σ 5·55	—0·60	

Wir lassen noch einige Versuche folgen, in denen die Katalasewirkung innerhalb größerer Zwischenräume verfolgt wurde.

Tabelle II.

Versuchsnummer	Datum	Zahl der benutzten Keimlinge	Länge der Keimlinge in Zentimeter	Länge der untersuchten Hypokotylteile in Zentimeter	Dauer der Reizung in Minuten	Dauer der Katalasewirkung in Minuten	Verbrauch von $KMnO_4$ in Kubikzentimeter		Differenz $g-u$	Anmerkung
							ungereizt	gereizt		
39	27./VII.	5	2—3	2	5	6	5·1	5·7	0·6	10 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 11·7 cm^3 $KMnO_4$; 2 Minuten zerrieben, nach 20 Sekunden 10 cm^3 H_2O_2 zugesetzt.
						20	2·8	3·45	0·65	
						40	1·7	1·85	0·15	
						63	1·05	1·00	—0·05	
							Σ 10·65	Σ 12·00	1·35	
42	27./VII.	5	3·5	2	5	5	6·15	5·85	—0·3	10 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 11·7 cm^3 $KMnO_4$; 2 Minuten zerrieben, nach 20 Sekunden 10 cm^3 H_2O_2 zugesetzt.
						22	3·5	3·3	—0·2	
						40	2·2	2·1	—0·1	
						62	1·65	1·4	—0·25	
							Σ 13·50	Σ 12·65	—0·85	
43	28./VII.	5	4·5	4	5	8	5·25	5·1	—0·15	10 cm^3 H_2O_2 verbrauchten 7·6 cm^3 $KMnO_4$; 2 Minuten zerrieben, nach 20 Sekunden 10 cm^3 H_2O_2 zugesetzt.
						26	2·4	2·7	0·3	
						46	1·5	1·7	0·2	
						66	1·15	1·25	0·1	
							Σ 10·30	Σ 10·75	0·45	

Endlich sei noch eine Anzahl von Versuchen angeführt, bei denen nur je ein Keimling zur Verwendung kam. Hier konnte ganz genau auf die gleiche Länge der Vergleichspflanzen Rücksicht genommen werden.

Tabelle III.

Versuchsnummer	Datum	Zahl der benutzten Keimlinge	Länge der Keimlinge in Zentimeter	Länge der untersuchten Hypokotyle in Zentimeter	Dauer der Reizung in Minuten	Dauer der Katalasewirkung in Minuten	Verbrauch von $KMnO_4$ in Kubikzentimeter		Differenz $g-u$	Anmerkung
							ungereizt	gereizt		
57	4./VIII.	1	5	4	5	5	5·45	5·05	—0·4	Zerrieben, dann 5 *cm*³ Chloroformwasser und 10 *cm*³ H_2O_2 zugesetzt.
58	4./VIII.	1	4·8	4	5	5	4·75	5·40	0·66	5 *cm*³ Chloroformwasser allmählich zugesetzt, nach 75 Sekunden H_2O_2. (58–60)
59	4./VIII.	1	5	4	5	5·10	4·3	4·7	0·4	
60	4./VIII.	1	5	4	5	5	5·05	4·9	—0·15	
61	4./VIII.	1	5·5	4	5	5	4·55	5·4	0·85	H_2O_2 nach 25 Sekunden zugesetzt.
62	4./VIII.	1	6·3	4	5	5·10	5·7	5·0	—0·7	H_2O_2 nach 15 Sekunden zugesetzt. (62–64)
63	4./VIII.	1	5·5	4	5	5	5·15	4·75	—0·4	
64	4./VIII.	1	4	4	5	5·25	4·85	5·1	0·25	
65	5./VIII.	1	7·5	4	5	5	5·6	5·35	—0·25	H_2O_2 nach 30 Sekunden zugesetzt.
66	5./VIII.	2	2	2	5	5	2·45	2·15	—0·3	H_2O_2 nach 25 Sekunden zugesetzt. (66–67)
67	5./VIII.	2	2	2	5	5	2·3	2·2	—0·1	

Die Stärke des verwendeten H_2O_2 bei allen hier angeführten Versuchen betrug, in $KMnO_4$ ausgedrückt: 10 cm^3 H_2O_2 = 7·4 cm^3 $KMnO_4$.

Betrachten wir zunächst die letzte Tabelle (III), so ergibt sich in allen Fällen eine unbedeutende Differenz, die in vier Fällen positiv, in sieben Fällen negativ ausfiel. Summieren wir die von sämtlichen Keimlingen in allen elf Versuchen verbrauchten $KMnO_4$-Quantitäten, so resultiert für die gereizten Keimlinge 50·00 cm^3, für die ungereizten 50·15 cm^3. Bei dem wechselnden Ergebnisse der Einzelversuche fällt diese geringfügige Differenz, welche für eine Hemmung der Katalasewirkung bei der Reizung sprechen würde, gar nicht ins Gewicht.

Die mit einer größeren Zahl von Keimlingen durchgeführten Versuche (Tabelle I) führten anscheinend zu einem einheitlicheren Ergebnisse; die Differenz ist in sieben Fällen positiv, gegenüber fünf negativen Differenzen, was wieder für eine Hemmung der Katalasewirkung bei geotropischer Reizung sprechen würde. Dazu sind die negativen Differenzen zumeist unbedeutend, die positiven hingegen relativ ansehnlich. Die über längere Zeiten sich erstreckenden Versuche der Tabelle III führten zu keinem klareren Resultate, wurden daher nicht weiter fortgesetzt. Mit Rücksicht auf die unbefriedigende Genauigkeit der Permanganatmethode wagten wir nicht, auf Grund dieser Versuche auf eine Katalasehemmung bei der geotropischen Reizung zu schließen, ohne eine andere, womöglich genauere Methode in Anwendung gebracht zu haben. Wir wandten uns daher der JK-Methode zu.

B. Versuche nach der Jodkalimethode.

Tabelle IV.

Versuchsnummer	Datum	Zahl der benutzten Keimlinge	Länge der Keimlinge in Zentimeter	Länge der untersuchten Hypokotyle in Zentimeter	Dauer der Reizung in Minuten	Dauer der Katalasewirkung in Minuten	Verbrauch an Kubikzentimeter $Na_2S_2O_3$ ungereizt	Verbrauch an Kubikzentimeter $Na_2S_2O_3$ gereizt	Differenz $g-u$	Anmerkung
81	3./XII.	5	5	4	45	5 1/2	3·9	3·45	—0·45	10 *cm³* H_2O_2 verbrauchten 5 *cm³* $Na_2S_2O_3$. Es wurde 1 1/2 Minuten zerrieben, nach insgesamt 2 Minuten 50 *cm³* H_2O_2 zugesetzt und sofort nach Unterbrechung der Katalasewirkung vermittels Zusatzes von 10 *cm³* konzentrierter HCl und 10 *cm³* JK titriert. Die verwendeten 10 *cm³* HCl verbrauchten infolge ihres Chlorgehaltes an und für sich 0·25 *cm³* $Na_2S_2O_3$.
						10	3·0	3·0	0·0	
						30	1·7	2·65	0·95	
83	8./I.	5	5·5—6	4	0	10	5·95			10 *cm³* H_2O_2 = 4·9 *cm³* $Na_2S_2O_3$. Zugefügt wurden 20 *cm³* H_2O_2.
					10	10		6·85	1·90	
					30	10		5·95	—	
					60	10		5·40	—0·55	

Versuchsnummer	Datum	Zahl der benutzten Keimlinge	Länge der Keimlinge in Zentimeter	Länge der untersuchten Hypokotyle in Zentimeter	Dauer der Reizung in Minuten	Dauer der Katalasewirkung in Minuten	Verbrauch an Kubikzentimeter $Na_2S_2O_3$ ungereizt	Verbrauch an Kubikzentimeter $Na_2S_2O_3$ gereizt	Differenz $g-u$	Anmerkung
84	8./I.	5	6·5—7	4	0	10	6·35			Dieser und alle späteren Versuche wurden mit reinem Perhydrol (Merck) durchgeführt. Die H_2O_2-Lösung war zirka $^n/_{500}$ eingestellt. Nach 2 Minuten Zerreibens wurden 20 cm^3 H_2O_2 zugesetzt. 10 cm^3 $H_2O_2 = 3 \cdot 13$ cm^3 $Na_2S_2O_3$.
					10	10		6·4	0·05	
					30	10		7·05	0·70	
					65	10		7·1	0·75	
87	31./I.	5	5—5·3	4	30	10	7·35	6·9	—0·87	
							8·2			
							Mittel 7·77			
88 *b*	18./II.	5	4·7—5	4	30	10	3·7	3·2	—0·5	Nach 2 Minuten Zerreibens wurden 5 cm^3 Chloroformwasser zugesetzt, nach weiteren 25 Sekunden 30 cm^3 H_2O_2.
89 *b*	26./II.	5	6·5—6·75	4	30	10	8·1	8·5	0·4	
90 *a*	5./III.	5	3·7	3	30	10	6·25	8·5	2·25	
90 *b*	5./III.	5	3·5	3	30	10	5·0	5·35	0·35	
91 *a*	7./III.	5	5·2	4	30	10	8·0	8·35	0·35	10 cm^3 $H_2O_2 = 14 \cdot 75$ cm^3 $Na_2S_2O_3$.

91 *b*	7./III.	5	5·5	4	30	10	10·95	8·4	—2·55	
96	21./III.	5	5·6	4	30	10	2·0			
							2·4			
							4·75	3·7		
							2·2	2·0		
							Mittel 2·84	2·42	—0·4	
97	22./III.	5	5·5	4	30	10	6·05			
							4·9			
							Mittel 5·48	4·75	—0·73	
99	25./III.	5	5	4	30	10	2·5			
							4·25			
							Mittel 3·38	3·0	—0·38	10 *cm*³ H_2O_2 = 14·8 *cm*³ $Na_2S_2O_3$.
100	25./III.	5	5	4	30	10	4·2	2·75	—1·45	

Überblicken wir die Tabelle der mit Hilfe der jedenfalls genaueren JK-Methode durchgeführten Versuche, so zeigt sich, daß die positiven und negativen Differenzen sich das Gleichgewicht halten (9:9), während in zwei Fällen überhaupt keinerlei Differenz zu konstatieren war. Die Unterschiede im Katalasegehalte zwischen gereizten und ungereizten Keimlingen übersteigen nur zweimal eine Titerdifferenz von 2 *cm*³, denen allerdings mit Rücksicht auf die verschiedene in Verwendung genommene Konzentration verschiedene absolute Mengen $Na_2S_2O_3$ entsprechen. Selbst in diesem Falle ist jedoch die Differenz in der Katalasewirkung als verschwindend klein zu bezeichnen, wenn man die starke Verdünnung des zur Verwendung gelangten Perhydrols (zirka $^m/_{152}$), beziehungsweise $Na_2S_2O_3$ ($^n/_{50}$) berücksichtigt. Jedenfalls muß aber betont werden, daß selbst die geringen zur Beobachtung gelangten Differenzen weit über der Fehlergrenze der Methode liegen.

Auch die Möglichkeit einer vorübergehenden Beeinflussung der Katalasewirkung infolge der Reizung wurde in Erwägung gezogen und daher ihre Wirkung nach verschiedenen Zeitintervallen geprüft, ohne zu einheitlicheren Ergebnissen zu gelangen.

Es war naheliegend, dieses schwankende Verhalten im Sinne der relativ geringen Differenzen auf individuelle Schwankungen zurückzuführen. Um deren Größe zu ermitteln, wurden unter möglichst gleichen Umständen und peinlichst genauer Einhaltung der zu den einzelnen Handgriffen erforderlichen Zeiten eine Anzahl Parallelversuche durchgeführt, die in der nachstehenden Tabelle wiedergegeben sind.

Tabelle V.

Versuchs-nummer	Datum	Zahl der benutzten Keimlinge	Länge der Keimlinge in Zentimeter	Länge der untersuchten Hypokotyle in Zentimeter	Dauer der Katalase-wirkung in Minuten	Verbrauch an $Na_2S_2O_3$ in Kubikzentimeter	Anmerkung
92	12./III.	5	5·3	4	10	5·5 5·25 5·35 3·75	10 cm^3 $H_2O_2 = 14·75$ cm^3 $Na_2S_2O_3$; sonst wie Versuch 87. (gilt für Versuche 92 bis 96)
93	14./III.	5	5·5	4	10	< 5·35[1] 6·55 4·85	
94 *a*	16./III.	5	8·3	4	10	8·55 8·9 8·2 8·7	
94 *b*	16./III.	5	7·3	4	10	6·8 6·45 7·2	
96	21./III.	5	5·6	4	10	2·0 2·4 4·75 (?) 2·2	
97	22./III.	5	5·5	4	10	6·05 4·9	
99	25./III.	5	5	4	10	2·5 4·25	10 cm^3 $H_2O_2 = 11·8$ cm^3 $Na_2S_2O_3$.

[1] Übertitriert.

Man sieht aus dieser Zusammenstellung ohne weiteres, daß selbst bei anscheinend genau gleichartigen Keimlingen und unter Einhaltung gleicher Versuchsbedingungen die Schwankungen in der Katalasewirkung sich innerhalb derselben Grenzen bewegen wie bei gereizten und ungereizten Keimlingen. Häufig machen sich die individuellen Differenzen in der ersten Dezimale geltend, bisweilen fällt aber ein Wert ganz aus der Reihe heraus.

Es bleibt somit nur die Annahme möglich, daß entweder eine bei der geotropischen Reizung etwa auftretende Differenz in der Katalasewirkung unterhalb der Empfindlichkeitsgrenze der Methode gelegen ist oder — was uns bei der Feinheit der Methode wahrscheinlicher dünkt — daß die geotropische Reizung mit keiner Differenz in der Katalasewirkung verknüpft ist.[1] Es wäre von besonderem Interesse, wenn der Ostwald'sche Befund eines Zusammenhanges zwischen phototropischer Reizung mit der Stärke der Katalasewirkung sich bestätigen ließe; damit wäre ein neuer Unterschied zwischen geotropischem und phototropischem Reizablauf ermittelt.

Unsere bisherigen Bemühungen, chemische Effekte bei geotropischer Reizung festzustellen, haben somit durchaus zu negativen Erfolgen geführt; wir konnten uns ebensowenig von einer Zunahme der reduzierenden Substanzen im Sinne Czapek's überzeugen, noch gelang es, eine Differenz in der Katalasewirkung festzustellen. Nichtsdestoweniger haben wir bei der Wichtigkeit des Gegenstandes die Absicht, diese zeitraubenden und mühevollen Versuche fortzusetzen. Da wir nunmehr infolge räumlicher Trennung an gemeinschaftlicher Arbeit gehindert sind, gedenkt der eine von uns die Czapekschen Antifermentversuche neuerdings aufzunehmen, während der andere zunächst den Versuch unternehmen soll, etwaige physikalische Änderungen in der Zelle im Zusammenhange mit dem geotropischen Reizvorgange zu ermitteln.

[1] Wir sind der Meinung, daß trotz der konstatierten großen individuellen Schwankungen bei der großen Zahl der durchgeführten Versuchsreihen (102, je eine größere Anzahl von Einzelversuchen umfassend) eine Gesetzmäßigkeit hätte aufgedeckt werden müssen, wenn eine gleichsinnige Differenz im Katalasegehalt gereizter und ungereizter Organe vorhanden wäre.

Zusammenfassung.

Die Bemühungen, einen Unterschied in der Acidität des Zellsaftes von Wurzelspitzen geotropisch gereizter und ungereizter Lupinen festzustellen, lieferten ein negatives Resultat; es konnte auch keine Differenz im H-Ionengehalt der betreffenden Lösungen mittels der sehr empfindlichen Indikatorenmethode von Friedenthal konstatiert werden.

Es wurden dann, anschließend an Wolfgang Ostwald's Versuche, welcher auffällige Differenzen im Katalase- und Peroxydasegehalt bei phototropisch gereizten und ungereizten Tieren gefunden haben will, solche vergleichende Versuche in großer Zahl an den Hypokotylen von *Helianthus* vorgenommen. Die Peroxydaseversuche, welche sehr wechselnde Ergebnisse lieferten, lehrten uns, daß die guajakbläuende Wirkung des Organbreies in überraschend kurzer Zeit beim Stehen an der Luft geschwächt wird.

Die Wirkung der Katalase hängt wesentlich vom jeweiligen Entwicklungszustand der Versuchspflanze ab. Mit der absoluten Länge der Keimlinge nimmt sie für gleichlange Stengelteile bedeutend ab. Die im Wachstum begriffenen Stengelteile weisen die stärkste Katalasewirkung auf, deren Grad in den Hypokotylen von *Helianthus* von der Spitze gegen die Basis zu sich verringert. Es scheint überhaupt eine Beziehung zwischen Wachstumsintensität und Katalasewirkung zu existieren; günstigere Vegetationsbedingungen, wie entsprechende Feuchtigkeit und Temperatur, haben eine erhöhte Katalasewirkung der betreffenden Extrakte im Gefolge.

Die Wirkung der Katalase und damit die Quantität des in aufeinanderfolgenden gleichen Zeiten von der Katalase verarbeiteten Wasserstoffsuperoxyds nimmt innerhalb der betreffenden Zeiten beträchtlich ab. Nach den angestellten Berechnungen trifft die Wolgang Ostwald'sche Annahme eines Reaktionsverlaufes nach monomolekularem Schema für die von uns untersuchte Katalasewirkung wenigstens scheinbar nicht zu.

Die geotropische Reizung bedingt keine Differenz in der Katalasewirkung. Selbst bei anscheinend genau gleichartigen, ungereizten Keimlingen und unter Einhaltung peinlich

gleicher Versuchsbedingungen bewegten sich die Schwankungen in der Katalasewirkung innerhalb derselben Grenzen wie zwischen gereizten und ungereizten Individuen. Bei der überaus großen Anzahl der durchgeführten Versuche hätte wohl eine gesetzmäßige Differenz in der Katalasewirkung geotropisch gereizter und ungereizter Organe, wenn eine solche bestünde, trotz der großen individuellen Schwankungen aufgedeckt werden müssen. Wenn sich der Ostwald'sche Befund eines Zusammenhanges zwischen phototropischer Reizung und Katalasewirkung bestätigt, wäre damit ein neuer Unterschied zwischen geotropischem und phototropischem Reizablauf ermittelt.

Untersuchungen über die Bewegung der Plasmodien.

I. Teil.

Die Rhythmik der Protoplasmaströmung

von

Dr. V. Vouk.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien. Neue Folge, Nr. 7.

(Mit 1 Tafel und 3 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 20. Oktober 1910.)

I.

Schon De Bary[1] machte in seinem fundamentalen Werke über Mycetozoen auf die Eigenart der Protoplasmaströmung bei Plasmodien aufmerksam. Diese äußert sich hauptsächlich im Hin- und Herströmen des flüssig-körnigen Endoplasmas in bestimmten Richtungen des vielverzweigten Plasmodiums. Diese Strömung wurde später von Hofmeister[2] in ausgezeichneter Weise beschrieben, weshalb ich hier von einer nochmaligen Beschreibung absehe. Um aber das Wichtigste hervorzuheben, gebe ich den folgenden Satz aus Hofmeister's Beschreibung wieder: »Nach kürzerer oder längerer, in keinem Fall 5 Minuten übersteigender Dauer der Strömung in einer gegebenen Richtung verlangsamt sie sich sehr rasch und steht dann still. Bald tritt dann eine Strömung in anderer Richtung

[1] De Bary, Die Mycetozoen, 1864.

[2] Hofmeister, Die Lehre von der Pflanzenzelle, p. 18.

ein; in der Regel eine genau entgegengesetzte, welche, von dem bisherigen Zielpunkt fern entstehend, allmählich bis zu diesem zurückgreift und das hier aufgesammelte Protoplasma großenteils zu der Stelle zurückbefördert, von der es kam.« Auch Cienkowski,[1] der sich speziell mit Plasmodien beschäftigte, beschreibt diese Strömung in ähnlicher Weise. Seit dieser Zeit wurde meines Wissens diese eigenartige Plasmaströmung genauer und ausführlicher nicht untersucht. In der umfangreichen Literatur über Protoplasmaströmung wird die Plasmodienströmung zwar sehr oft genannt und sogar mit verschiedenen Theorien »erklärt«, jedoch mehr als die bloße Tatsache des Hin- und Herströmens des Plasmas ist bisher nicht bekannt gewesen.

Das muß um so mehr Verwunderung erregen, als der Gedanke naheliegt, daß dieses Hin- und Herströmen des Protoplasmas einer Gesetzmäßigkeit unterliegt und diese sich in einem Rhythmus offenbart. Man hat schon seit Brücke's und Unger's Untersuchungen[2] die Protoplasmaströmung als eine Kontraktionserscheinung gedeutet und die Theorie von der Kontraktion des Plasmas, wie sie besonders Verworn[3] vertritt, nimmt auch die Kontraktion, beziehungsweise Expansion als einen rhythmischen Vorgang an.

Den oben erwähnten Gedanken hat zuerst Pfeffer ausgesprochen, wenn er sagt:[4]

»Da nun bei dem Plasmodium Expansion, beziehungsweise Kontraktion eine gewisse Zeit nach der einen und darauf nach der anderen Seite tätig ist, so ergibt sich ein periodisches Hin- und Herbewegen des Plasmodiums und somit auch der Strömung des inneren, flüssigeren Körnerplasmas, die immer nach den expansionstätigen, vorrückenden Partien des Plasmodiums gerichtet ist«; und an einer anderen Stelle:[5]

---

[1] Cienkowski, Zur Entwicklungsgeschichte der Myxomyceten. Prings. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. III, 1863. — Das Plasmodium. Ebenda.

[2] Vgl. Hofmeister, l. c., p. 61.

[3] Verworn, Die Bewegung der lebendigen Substanz. Jena 1892.

[4] Pfeffer, Pflanzenphysiologie, Bd. II, p. 713.

[5] L. c., p. 718.

»....offenbar wird aber allein durch den schon charakterisierten, antagonistischen Rhythmus von Kontraktion und Expansion, d. h. durch den hierdurch geschaffenen Druckunterschied das zähflüssige Endoplasma nach dem jeweilig expansionstätigen Ende getrieben.....« In den folgenden Zeilen dieser Arbeit wird der Gedanke von dem Rhythmus der Protoplasmaströmung durch genaue Beobachtungen als richtig befunden, wobei auch andere, recht unerwartete Gesetzmäßigkeiten zutage getreten sind.

Der Grund, warum wir seit De Bary's und Hofmeister's Untersuchungen über die Protoplasmaströmung bei Plasmodien nichts Neues erfahren haben, liegt offenbar in der Unzulänglichkeit der Untersuchungsmethoden sowie der Objekte zur mikroskopischen Beobachtung. Man hat früher die Untersuchungen in der primitiven Weise durchgeführt, daß man große Plasmodienstücke auf eine Glasplatte (Objektträger) übertragen und, nachdem sie sich von der Verletzung erholt hatten, der mikroskopischen Beobachtung unterworfen hat. Da diese Methode mit Fehlern behaftet war, so war erwünscht, sich nach einer besseren umzusehen.

Seitdem durch Nadson,[1] Pinoy,[2] Constantineanu[3] und andere die bakteriologische Technik auch zur Untersuchung der Myxomyceten angewendet wurde, ist uns die Möglichkeit gegeben, die Plasmodien auf festen Substraten in vitro zu ziehen und auf diese Weise einer mikroskopischen Beobachtung direkt zugänglich zu machen. Ich kultivierte auf diese Weise die Plasmodien von *Didymium nigripes* Fr., eines auf den abgestorbenen Stengeln der Saubohne *(Vicia Faba)* vorkommenden Myxomyceten, und zwar auf einem Nährboden folgender Zusammensetzung:

---

[1] Nadson, Des cultures du *Dictyostelium mucoroides*. Scripta botanica, XV, 1899. St. Petersburg (russisch).

[2] Pinoy, Nécessité d'une symbiose microbienne pour obtenir la culture des Myxomycètes. Bull. de la Soc. Mcyologique de France, T. 137, 1903.

[3] Constantineanu J., Über die Entwicklungsbedingungen der Myxomyceten. Diss. Halle, 1907.

1000 *g* verdünntes Extrakt aus Bohnenstengeln,
1 *g* Pepton,
2 *g* Agar.

Die Kulturen [1] auf solchem *Vicia*-Pepton-Agar waren ziemlich üppig und ich konnte schon den vierten Tag nach der Impfung ganz kleine, in der Entwicklung begriffene Plasmodien unter dem Mikroskop beobachten. Sie wuchsen allmählich bis zur Größe einiger Zentimeter heran, wanderten in der Regel bis an den Rand der Petrischale, wo sie nach 10 bis 15 Tagen fruktifizierten. So kann man alle Entwicklungsstadien mit den schwachen Vergrößerungen beobachten.

II.

Bei der Betrachtung der Plasmodienströmung sind folgende Umstände im Auge zu behalten:

1. die Zeit, innerhalb welcher sich das Protoplasma in einer bestimmten und in einer dieser entgegengesetzten Richtung bewegt;

2. der Weg, welchen das Protoplasma bei der Hin- und Zurückströmung zurücklegt;

3. die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Protoplasma bewegt, und

4. die äußeren Bedingungen, unter welchen sich das Plasmodium befindet.

Ich ging zuerst an die Untersuchung des ersten Faktors — der Zeit des Hin- und Zurückströmens — mit dem ich mich

---

[1] Eine Reinkultur des kultivierten Myxomyceten zu gewinnen, ist mir bisher nach allerdings wenigen Versuchen nicht gelungen. Ich konnte den Myxomyceten nur in »gemischten Reinkulturen«, d. h. in Gesellschaft mit einer Bakterie ziehen. Die Bakterie, welche sich in meinen Kulturen befand, habe ich nicht bestimmt; vermutlich ist sie, nach einigen Merkmalen zu schließen, *Bacillus fluorescens liquefaciens*. Diese Bakterie haben auch Nadson (l. c.) und Pinoy (l. c.) in Gesellschaft anderer Myxomyceten gefunden. Die beiden Autoren sind der Ansicht, daß zwischen den Myxomyceten und Bakterien ein symbiotisches Verhältnis herrscht. Nadson behauptet zwar eine Reinkultur von *Dictyostelium* erzielt zu haben, Pinoy konnte aber in keinem Falle nach vielen Versuchen eine Reinkultur gewinnen. Jedenfalls steht die Frage der Reinkultur von Myxomyceten noch immer offen.

in dieser Mitteilung ausschließlich beschäftigen will. Es hat sich nämlich nach einigen Beobachtungen, wie ich hier vorgreifend bemerken will, herausgestellt, daß der Weg und die Geschwindigkeit von der Zeitdauer des Hin- und Zurückströmens mehr oder weniger unabhängig sind. Das Charakteristische für den Rhythmus ist nur die Zeit; in meinen künftigen Untersuchungen jedoch werde ich mich auch mit anderen Faktoren beschäftigen.

Die äußeren Bedingungen sind jedenfalls auf den inneren Zustand des Protoplasmas von großem Einfluß; die Ernährung, Feuchtigkeit, Licht usw. sind wichtige Faktoren, die man immer berücksichtigen muß, deren genaues Studium aber in den Kreis spezieller Untersuchungen fällt.

Da die Strömung zuerst in einer bestimmten, bevorzugten Richtung stattfindet, um dann in die entgegengesetzte zurückzukehren, so schlage ich vor, statt Hin- und Zurückströmens von einem progressiven und regressiven Strom zu sprechen und sie kürzehalber P und R zu bezeichnen. Die Ausdrücke zentripetale und zentrifugale Strömung, wie sie Verworn[1] in Anwendung gebracht hat, sind hier, da das Plasmodium nicht konzentrisch gebaut ist, ungeeignet. Auch von einer Expansions- und Kontraktionsphase im Sinne Verworn's zu sprechen, möchte ich deshalb vermeiden, damit es nicht den Anschein erwecke, als schlösse ich mich einer vorhandenen Theorie an.[2]

Zur Untersuchung der Strömungsdauer bediente ich mich eines Sekundenchronometers.

Ich bringe hier meine ersten diesbezüglichen Aufzeichnungen.

---

[1] Verworn, l. c.

[2] Nach Jensen (Die Protoplasmabewegung. Ergeb. d. Physiol., I, 2. Abt., 1902, p. 1 bis 42) wäre der progressive Strom die zylindrogene und der regressive Strom die sphärogene Bewegungskomponente. Die beiden Ausdrücke entsprechen aber viel mehr der Expansions- und Kontraktionsphase Verworn's und beziehen sich hauptsächlich auf die Bewegung des ganzen Protoplasmakörpers.

1. Beobachtung

an einem Hauptstrom eines mittelgroßen Plasmodiums (über 1·5 *cm* Länge) bei Gaslicht.

P	R	S[1]
55[2]	24	79
60	23	83
54	30	84
45	38	83
41	34	75
49	36	85
41	40	81
38	42	80
35	41	76
39	36	75
44	39	83
42	41	83

Betrachten wir zunächst die Werte des progressiven Stromes. Sie variieren zwischen 35 und 60 Sekunden, und zwar sehr unregelmäßig. Nach jedem progressiven Strom stockt die Strömung auf einige Sekunden. Diese Stockung variiert in der Regel zwischen 2 bis 5 Sekunden, einer minimalen Zeit, welche im allgemeinen während der Beobachtung auch nicht berücksichtigt wurde. Die Werte des regressiven Stromes variieren zwischen 23 und 42 Sekunden. Das Maximum und das Minimum des progressiven Stromes sind bedeutend größer.

In der Regel dauert, wie aus späteren Beobachtungen ersichtlich wird, die Strömung in e i n e r Richtung längere Zeit an und diese ist maßgebend für die Bewegungsrichtung des ganzen Plasmodiums.

Nicht wenig überrascht war ich, als ich nach kurzer Betrachtung der gewonnenen Zahlen bemerkte, daß die Summen von P und R äußerst wenig variieren. Betrachtet man nämlich die dritte Kolonne von Zahlen, die als Summen von P und R aufzufassen sind, so sieht man, daß der größte von dem kleinsten nur in 8 Sekunden abweicht. Daß es sich hier nicht um einen Zufall handelt, möge die folgende Aufzeichnung zeigen.

---

[1] S = Summe $(P+R)$.

[2] Die Ziffern bedeuten immer die Anzahl der Sekunden.

2. Beobachtung

an einem Hauptstrom im vorderen Teile eines mittelgroßen Plasmodiums bei Tageslicht und Zimmertemperatur von 21° C.

P	*R*	*S*	
43	50	93	Mittelwert 89
43	50	93	
43	44	87	
43	45	88	
43	42	85	
72	27	99 !!	
47	40	91	
38	48	86	
42	42	84	
49	38	87	
55	32	87	

Dauer der ganzen Beobachtung 16 Minuten, 3 Sekunden.

3. Beobachtung

an einem Hauptstrom im vorderen Teile des Plasmodiums bei Tageslicht und Zimmertemperatur von 21° C.

P	*R*	*S*	
67	26	93	Mittelwert 89·5
60	34	94	
71	24	95	
62	33	95	
42	38	80	
51	40	91	
53	38	91	
45	42	87	
45	37	82	
53	34	87	

Dauer der ganzen Beobachtung 15 Minuten, 5 Sekunden.

4. Beobachtung

an einem Hauptstrom im hinteren Teile eines Plasmodiums bei Tageslicht und Zimmertemperatur von 21° C.

P	R	S	
41	52	93	Mittelwert 87·7
43	51	94	
37	51	88	
38	53	91	
37	52	89	
36	53	89	
37	52	89	
34	42	76	
28	53	81	

Der Strom wird immer schwächer, die Bewegung immer langsamer und der Hauptstrom verliert sich schließlich gänzlich; er wird zu einem Nebenstrom. Beobachtungsdauer: 13 Minuten.

Nach der ersten Beobachtung haben wir die Annahme gemacht, daß der progressive Strom immer längere Zeit dauert als der regressive und daß durch ihn auch die Bewegungsrichtung des Plasmodiums gegeben ist. In der 2. Beobachtung sehen wir, daß im Anfang $P<R$ und erst am Schlusse der Beobachtung $P>R$ war. In der 3. Beobachtung war tatsächlich $P>R$, während in der 4. Beobachtung wieder $P<R$ war. Wie läßt sich diese anscheinende Unregelmäßigkeit erklären? Wie schon früher erwähnt, wurde durch Beobachtung festgestellt, daß die Strömung in der Richtung, nach welcher sich das Plasmodium hinbewegt, immer längere Zeit andauert, da in der Bewegungsrichtung des Plasmodiums eine größere Masse des Plasmas befördert wird und befördert werden muß. Diese Richtung wurde der progressive Strom genannt. Im ersten Falle (2. Beob.) ist demnach kein Vorschreiten des Plasmodiums in bestimmter Richtung gegeben, da ungefähr $P=R$. Im letzten Falle (4. Beob.), wo $P<R$, ist die Richtung durch die größere Zahl gegeben, die Ströme sind also in Wirklichkeit umgekehrt zu bezeichnen. Diese Beobachtung wurde nämlich an einem Strom im hinteren Teile des Plasmodiums gemacht und an einem solchen ist die Richtung der Bewegung des Plasmodiums nicht ersichtlich.

Fassen wir das bisher Behandelte zusammen, so können wir sagen: Die Strömung in der Bewegungsrichtung des Plasmodiums, d. h. die progressive Strömung dauert stets längere Zeit an als die entgegengesetzte, regressive Strömung ($P>R$).

Die Summe der Zeiten des progressiven und regressiven Stromes variiert in der 2. Beobachtung zwischen 84 und 93; die Differenz zwischen Maximum und Minimum beträgt im ganzen 9 Sekunden. Daß in einem Falle sogar die Summe 99 erreicht, beruht höchstwahrscheinlich auf einer Störung durch irgendeinen äußeren Eingriff. Aber auch in diesem Falle tritt die Gesetzmäßigkeit klar hervor, da entsprechend auf einen überaus großen Wert (72) des progressiven Stromes ein auffallend kleiner Wert (27) des regressiven Stromes folgt, so daß die Summe nur 10 über den Mittelwert betrug. Gleich nach dieser Unregelmäßigkeit kamen die Ströme in den früheren gesetzmäßigen Gang. In den beiden anderen Fällen (3. und 4. Beob.) beträgt die Differenz der Summen nur 9 Sekunden.

Die Gesetzmäßigkeit der Summenkonstante tritt erst dann klar hervor, wenn wir den Mittelwert der Summen einzelner Beobachtungen betrachten. In den ersten zwei Fällen (2. und 3. Beob.) sind die Mittelwerte ganz gleich und betragen 89 Sekunden. Im dritten Falle (4. Beob.) ist der Mittelwert etwas niedriger (88 Sekunden). Die letzte Beobachtung wurde aber am hinteren Teile des Plasmodiums angestellt, während die beiden ersten Beobachtungen am vorderen Teile des Objektes gemacht wurden.

Daß diese Summenkonstante nicht bei allen Plasmodien gleich sein wird, war zu erwarten. Ich führe hier einige Beobachtungen, die ich an anderen Plasmodien durchgeführt habe, an.

5. Beobachtung

an einem 10 Tage alten Plasmodium, und zwar an einem Hauptstrom des hinteren Teiles.

P	*R*	*S*	
59	63	122	Mittelwert 115·8
60	62	122	
62	56	118	
55	57	112	
54	57	111	
58	56	114	
59	55	114	
56	58	114	

Die Summen sind zwar im Anfang etwas größer, dann sinken sie; schließlich sind sie auffallend konstant. Der berechnete Mittelwert ist viel größer als in früheren Beobachtungen.

6. Beobachtung

an einem ganz kleinen Plasmodium, das kaum eine Strömung zeigt.

P	*R*	*S*	
29	25	54	Mittelwert 54·6
30	26	56	
33	23	56	
32	22	54	
28	25	53	

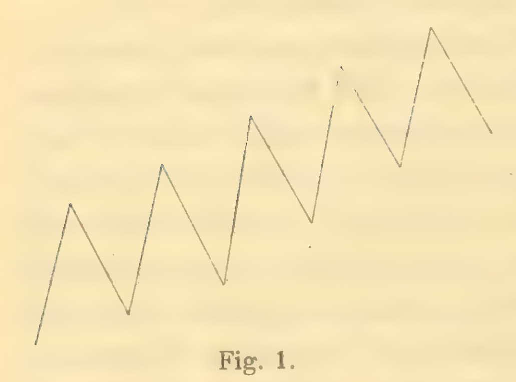


Fig. 1.

Hier ist die Gesetzmäßigkeit auffallend klar zu sehen. Die Summen variieren kaum um 3 Sekunden. Der Mittelwert ist aber viel niedriger als in den ersten Fällen.

Nehmen wir an, daß der Weg und die Geschwindigkeit der Strömung annähernd gleich bleiben, so können wir uns diese rhythmische Bewegung durch obige gebrochene Linie darstellen. (Fig. 1.)

Auf der Ordinate sind die Zeiten und die Richtung von *P* und *R* und auf der Abszisse eine konstante Zahl, die sich auf den Weg und die Geschwindigkeit bezieht, aufgetragen. Die beiden letzteren sind als gleich angenommen.

Ich bringe hier noch ein weiteres Beispiel.

7. Beobachtung.

R	*P*	*S*	
24	41	65	Mittelwert 68·5
26	40	66	
30	44	74	
26	44	72	
27	41	68	
24	42	66	

Aus diesem Beispiel sieht man, daß auch $P > R$ und die Gesetzmäßigkeit der Summenkonstante realisiert ist. Der Mittelwert ist wieder eine andere Zahl. Den rhythmischen Gang der Strömung können wir wie früher graphisch darstellen und bekommen die beistehende Fig. 2.

Die aufgefundene Gesetzmäßigkeit kann man im folgenden Satze präziser ausdrücken: Die Summe der Zeitdauer des progressiven und regressiven Stromes ist für

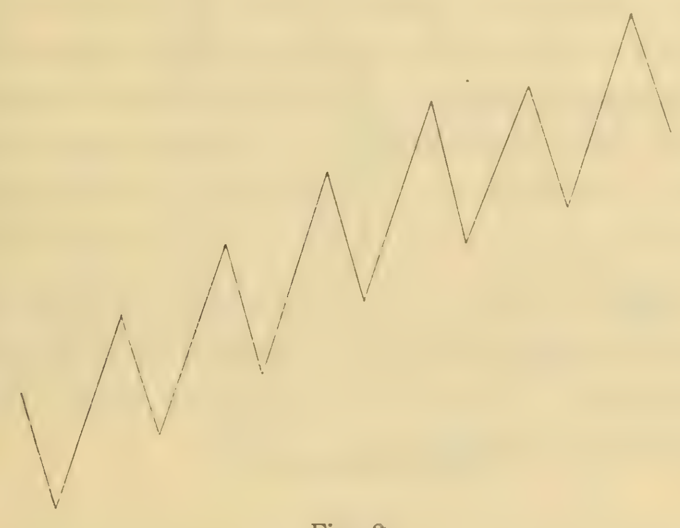


Fig. 2.

ein bestimmtes Plasmodium eine konstante und bestimmte Größe oder, in die Formel gesetzt,

$$P + R = T.$$

III.

Durch das oben erwähnte Gesetz sind wir zu einer bestimmten und für ein bestimmtes Plasmodium konstanten Größe gelangt, welche sich auch zahlenmäßig ausdrücken läßt. Wir haben bisher verschiedene Zahlen wie 54, 68, 87, 89, 116 usw. für verschiedene Plasmodien bekommen. Was aber zeigen uns diese Zahlen und welche Bedeutung haben sie?

Die Summe der Zeitdauer des progressiven und regressiven Stromes ist nichts anderes als die Zeitdauer eines ganzen Rhythmus. Es läßt sich dies mit der Schwingung eines Pendels

vergleichen; wie man bei diesem die Dauer des Hin- und Herganges Schwingungsdauer nennt, so könnte man auch hier die Zeitdauer des Hin- und Herströmens als Strömungsdauer bezeichnen. Da aber dieses Wort leicht zu einem Mißverständnis führen dürfte, indem man unter Strömungsdauer auch allgemein die Dauer der Strömung verstehen könnte, so spreche ich besser von Rhythmusdauer. Unter Rhythmusdauer verstehe ich demnach die Dauer eines rhythmischen Ganges, d. h. die Summe von P und R und bezeichne sie kürzehalber als T.

Mit der Auffindung dieser Größe ist uns auch ein Mittel gegeben, die Untersuchungen über den Einfluß äußerer Faktoren und Bedingungen vielseitig zu variieren. Bisher hat man allgemein bei den diesbezüglichen Untersuchungen die Geschwindigkeit und deren Veränderung berücksichtigt. Die Rhythmusdauer wird sich aber auch unter verschiedenen Bedingungen gewiß ändern. Einige diesbezügliche Beobachtungen werden in späteren Abschnitten dieser Arbeit mitgeteilt werden.

Die Rhythmusdauer läßt sich auch mit einer Stoppuhr viel leichter bestimmen als die Geschwindigkeit, welche besonders bei Plasmodien sehr variabel ist.

IV.

Bisher haben wir immer einen Hauptstrom entweder in der vorderen oder hinteren Ausbreitung des Plasmodiums betrachtet. Wie verhält sich nun aber der Rhythmus in den seitlichen Nebenströmen oder in den Strömen, welche im Entstehen oder in Auflösung, beziehungsweise Verschwinden begriffen sind?

Hier zunächst einige Messungen:

1. Beobachtung

an einem Verbindungsstück zwischen zwei Ausbreitungen eines mittelgroßen Plasmodiums.

P	R	S
68	46	114
65	52	117
57	53	110
55	62	117

(Hier wurde ich in der Beobachtung gestört; nach $^1/_2$ Stunde fortgesetzt.)

P	*R*	*S*	
44	55	99	
49	50	99	
53	55	108	
60	47	107	
71 (Pause 8)	28	99	
48	12	60	
80	33	113	
69	43	112	
58	48	106	Der Strom verschmälert sich allmählich und wird immer langsamer
49	53	102	
53	54	107	
58	47	105	
45	57	102	
40	54	94	

Die Summen variieren hier schon um viel mehr. Der Rhythmus ist also durch einen noch unbekannten Umstand gestört.

2. Beobachtung

an dem letzten Ast des hinteren Teiles eines Plasmodiums. Die hintere Ausbreitung eines Plasmodiums ist in der Regel in der Auflösung begriffen und das Bild des Netzes verändert sich daher fortwährend, wobei einige schweifartige Äste entstehen.

P	*R*	*S*	
63	41	104	
45	56	101	
37	65 (Pause 5)	102	
37	67	104	Der Ast verschmälert sich beständig und die Strömung wird immer langsamer
46	59 (Pause 27)	105	
32	12 (» 82)	44	
94	21 (» 10)	115	
60	32	92	

Im Anfang sieht man noch den Rhythymus deutlich hervortreten. Später aber ändert sich mit dem Ast und Strom auch die Rhythmusdauer. Dabei wird der Rhythmus durch länger andauernde Stockungen unterbrochen.

3. Beobachtung

an einem Nebenstrom einer in Auflösung begriffenen seitlichen Verzweigung.

P	R	S
28	56 (Pause 32)	84
52	29 (» 21)	81
29	47	76
15	17	32
25	39	64
17 (Pause 31)	43	60
26	45 (Pause 8)	71
38	48	86
58	38	96
56	50	106
32 (Pause 13)	17	79

Die Summen gehen in diesem Falle in ihren Werten so auseinander, daß ein gleichmäßiger Rhythmus nicht vorhanden ist. Auch die Stockungen der Strömung waren unregelmäßig. Kurze Stockungen wurden überhaupt nicht vermerkt.

Ich habe noch verschiedene seitliche Nebenströme untersucht und konnte überall, wo ein Strom, beziehungsweise Ast im Entstehen oder im Verschwinden begriffen war, eine ähnliche Unregelmäßigkeit finden. In solchen Strömen ist der Rhythmus einer stetigen Veränderung bis zum gänzlichen Aufhören unterworfen.

V.

Jede Beobachtung an einem Strom dauerte in der Regel 10 bis 15 Minuten. Während dieser Zeit verändert sich gewöhnlich das Bild des beobachteten Astes wesentlich und es kommt nicht selten vor, daß ein Hauptstrom durch Abfließen des Protoplasmas zu einem Seitenstrom wird. Besonders der hintere Teil eines Plasmodiums ist durch Auflösung und Neubildung der Stränge einer stetigen Veränderung unterworfen.

Wie rasch sich das Netzbild eines Plasmodiums während der Beobachtungszeit verändert, ist in den Bildern auf der Taf. I. dargestellt. Es wurde an diesem Plasmodium zugleich

untersucht, ob sämtliche Hauptströme eines Plasmodiums dieselbe Rhythmusdauer (T) haben.

Daher wurde nacheinander in bestimmten Strömen (I, II, III) die Rhythmusdauer bestimmt, worauf ich gleich mit dem Zeichenapparat das Plasmodium skizzierte und dann wieder T bestimmte. Die Fig. 1 stellt uns das Bild des Plasmodiums kurz vor der Beobachtung bei 120facher Vergrößerung dar. Es folgen dann die Beobachtungen.

Strom I.

P	R	S	
43	37	80	$T = 81 \cdot 5$
46	39	85	
42	39	81	
41	39	80	

Strom II.

P	R	S	
44	32	76	$T = 81 \cdot 5$
43	38	81	
37	44	81	
47	41	88	

Strom III.

P	R	S	
39	38	77	$T = 72 \cdot 5$
36	40	76	
34	39	73	
36	38	74	

Nach diesen Beobachtungen wurde sogleich die zweite Skizze des Plasmodiums entworfen (Fig. 2), was vielleicht 3 Minuten in Anspruch nahm. Dann wurden die Zeitmessungen im Strom II (Fig. 2) fortgesetzt wie folgt:

P	R	S	
46	34	80	$T = 79 \cdot 6$
44	36	80	
43	36	79	
44	36	80	
37	41	78	

Inzwischen hatte sich aber das Bild des Plasmodiums wieder stark verändert, wie es die gleich darauf skizzierte Fig. 3 darstellt. Aus diesen drei aufeinanderfolgenden Bildern sieht man, wie rasch die Form des Plasmodiums wechselt. *T* im Strome I und II ist ganz gleich (81 Sekunden). Daß *T* im Strom III etwas niedriger ist, läßt sich leicht dadurch erklären, daß sich der Strom, beziehungsweise Ast III während der Beobachtung, welche 11 Minuten dauerte, so weit verändert hat, daß er, wie aus der Fig. 2, Taf. I ersichtlich ist, zum letzten Strom geworden ist. Auch der Strom I hat sich wesentlich verändert, so daß bei der zweiten Beobachtung die Messung nur am Strom II möglich war. Schließlich waren alle drei Ströme zu einem einheitlichen Strom geworden. Nach der zweiten Beobachtung war *T* des Stromes II bloß um eine Kleinigkeit niedriger.

Ich glaube nach dieser Beobachtung annehmen zu dürfen, daß alle Hauptströme eines bestimmten Plasmodiums die annähernd gleiche Rhythmusdauer haben. Die Rhythmusdauer eines Hauptstromes ist zugleich *T* des ganzen Plasmodiums.

VI.

Wir haben bisher gesehen, daß die Rhythmusdauer bei verschiedenen Plasmodien verschiedene Werte annimmt. Der kleinste Wert war bisher 54 und der größte über 115. Dabei wurde aber die Größe und das Alter des Plasmodiums nicht berücksichtigt. Es erschien mir daher sehr wichtig, zu untersuchen, wie sich die Rhythmusdauer bei einem und demselben Plasmodium in verschiedenen Entwicklungsstadien verhält. Die Untersuchung ergab ein zu erwartendes, aber doch interessantes Resultat. Folgen wir zunächst dem Gange der Untersuchung.

1. Beobachtung.

Die Kultur 4 Tage alt. Das untersuchte Plasmodium makroskopisch kaum sichtbar; die Strömung (nur ein Strom

vorhanden) sehr langsam, doch deutlich sichtbar. Keine Stränge und Äste entwickelt. Die Größe zirka 0·7 mm^2.[1]

P	*R*	*S*	
29 (Pause 11)	25 (Pause 5)	54	
30 (» 8)	26 (» 8)	56	
33 (» 10)	23 (» 9)	56	$T = 54 \cdot 6$
32 (» 6)	22 (» 12)	54	
28 (» 13)	25	53	

Die Strömung ist bei diesen noch mikroskopisch kleinen Plasmodien sehr langsam. Die Strömungen werden durch längere Pausen regelmäßig unterbrochen. Die konstanten Summen treten dabei am besten hervor, wenn man die Pausen nicht mit einrechnet.

2. Beobachtung.

Dieselbe Kultur, 5 Tage alt. Die Strömung verläuft ohne längere Pausen. Die Stränge und Äste noch nicht entwickelt. Die Größe zirka 1·1 mm^2. $P \gtreqless R$.

P	*R*	*S*	
22	27	49	
25	30 (Pause 9)	55	
26	28	54	$T = 54$
28	26	54	
30	26	56	

3. Beobachtung.

Dieselbe Kultur, 6 Tage alt. Die Strömung regelmäßig ohne Pausen. Stränge und Äste noch nicht entwickelt. Die Größe zirka 1·6 mm^2. $P \gtreqless R$.

P	*R*	*S*	
27	31	58	
30	29	59	
32	27	59	$T = 58 \cdot 8$
30	32	62	
24	32	56	

[1] Die Größe des Plasmodiums wurde in der Weise bestimmt, daß ich das Plasmodium mit Hilfe eines Zeichenapparates skizzierte und die Skizzenoberfläche mit Millimeterpapier approximativ berechnete.

4. Beobachtung.

Dieselbe Kultur, 7 Tage alt. Die Strömungen regelmäßig und normal. Beginn der Ästebildung. Größe zirka 2·4 mm^2. $P > R$.

P	R	S	
35	25	60	$T = 62 \cdot 5$
36	29	65	
33	31	64	
32	29	61	

5. Beobachtung.

Dieselbe Kultur, $7^1/_2$ Tage alt. Die Strömung normal. Einige Äste und Stränge ausgebildet. $P > R$. Größe zirka 4 mm^2. Es wurden mehrere Messungen mit kurzen Zwischenpausen durchgeführt.

P	R	S	
40	32	72	$T = 72 \cdot 2$
36	38	74	
41	33	74	
38	33	71	
36	33	69	
38	33	71	
36	33	69	
40	29	69	
46	32	78	
40	32	72	
39	34	73	
31	36	67	
43	32	75	
42	35	77	
44	37	81	
33	39	72	
40	31	71	
44	32	76	
40	34	74	
38	33	71	
35	36	71	

6. Beobachtung.

Dieselbe Kultur, 8 Tage alt. Das Netz des Plasmodiums auf eine Oberfläche von zirka 9 *mm*² ausgebreitet. Die Strömung normal.

P	R	S	
45	43	88	
46	42	88	
47	40	87	
49	36	85	
46	40	86	$T = 86 \cdot 4$
45	36	81	
50	35	85	
48	45	93	
46	39	85	

7. Beobachtung.

Dieselbe Kultur, 10 Tage alt. Ein Netz von Strängen und Ästen ausgebildet und über eine Oberfläche von zirka 15 *mm*² ausgebreitet. $P \gtreqless R$.

P	R	S	
66	53	119	
63	54	117	
60	62	122	$T = 120 \cdot 6$
57	66	123	
61	61	122	

Die Resultate dieser Beobachtungen zusammengestellt, ergeben bei der

approximativen Größe von	die Rhythmusdauer von
0·7 *mm*²	54
1·1 »	54
1·6 »	59
2·4 »	63
4 »	72
9 »	86
15 »	121

Es geht daraus hervor, daß die Rhythmusdauer mit dem Alter und mit der Größe des Plasmodiums wächst. Schließlich erreicht die Rhythmusdauer eine bestimmte

Größe, welche bis zur Vorbereitung des Plasmodiums zur Fruchtbildung konstant bleibt.

VII.

Öfters bemerkte ich, daß die Rhythmusdauer einer Konstante nicht entsprach, wenn ich die Beobachtungen, unmittelbar nachdem ich die Petrischale unter das Mikroskop gestellt hatte, notierte. Erst nach einiger Zeit nahm die Strömung den regelmäßigen Rhythmus an.

Wie läßt sich diese Störung des Rhythmus erklären?

Es ist sehr leicht denkbar, daß das Plasmodium durch das Übertragen und Umdrehen der Platte in eine gewisse Unruhe gebracht wird, d. h. daß der mechanische Reiz der Erschütterung vom Plasmodium perzipiert und als Störung des Rhythmus ausgelöst wird. Daß mechanische Reize auf das Plasma einwirken, ist z. B. für Pseudopodien[1] bekannt. Um diese Störung des Rhythmus durch die Erschütterung (Umdrehen und Stoßen der Petrischale) zu illustrieren, führe ich eine diesbezügliche Beobachtung an.

P	*R*	*S*
47	82	129
47	56	103
46	47	93
45	67	112
48	55	103
43	41	84
43	33	76
33	42	75
37	38	85
36	40	76
41	44	85
45	45	90
38	57	95
38	55	93
38	54	92
37	56	93

[1] Jensen (Die Protoplasmabewegung. Erg. d. Phys., I. Bd., 2. Abt., 1902, p. 23) sagt: »Wird ein Pseudopodium eines Retikulars von einem flüchtigen mechanischen oder anderen Reize getroffen, so erfährt dasselbe, nachdem die

Aus der Ziffernreihe ersieht man, wie die T zuerst größer, dann wieder kleiner, dann wieder größer werden und schließlich konstant bleiben.

Noch besser wird diese Erscheinung durch die folgende Fig. 3 illustriert.

Es wird durch künftige Untersuchungen gewiß gezeigt werden können, daß auch Reize anderer Qualität, nicht allein

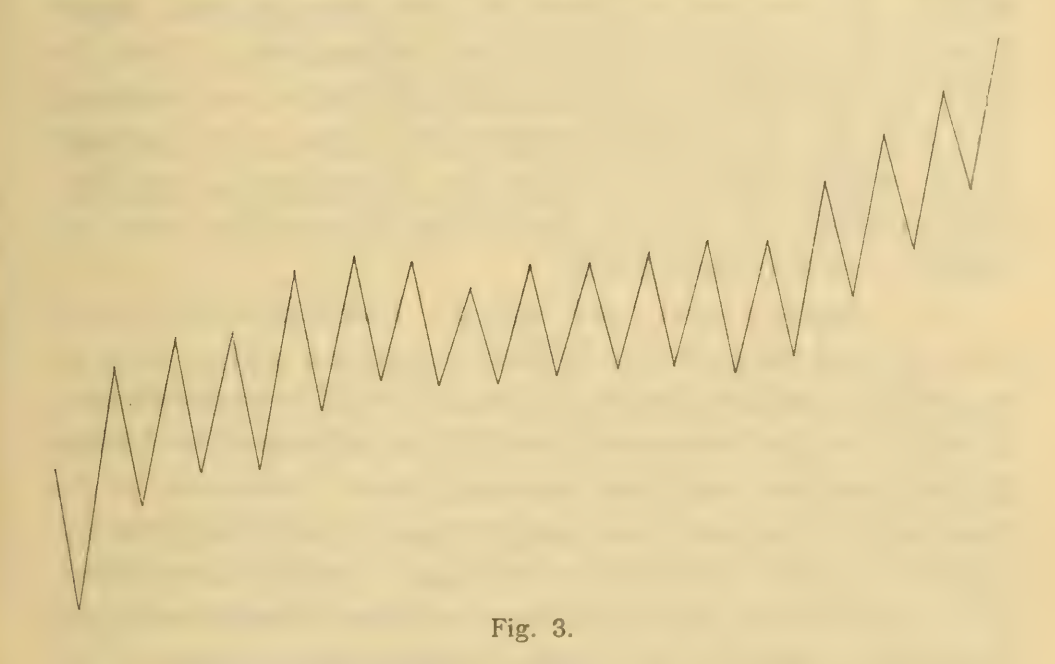


Fig. 3.

die mechanischen, eine Störung des Rhythmus hervorrufen können.

VIII.

Ich möchte endlich noch ganz kurz die Frage berühren, wie sich die aufgefundene Tatsache der rhythmischen Bewegung des Protoplasmas bei Plasmodien zu den allgemein herrschenden Theorien über Protoplasmaströmung verhält.

Als bedeutendste Theorie der Protoplasmabewegung gilt heutzutage die Kontraktionstheorie. Schon De Bary hatte angenommen, daß die abwechselnde Umdrehung ein und desselben Stromes durch wechselnde Kontraktion und Expansion der Hautschichten an den Enden des Protoplasmas zustande

Kontraktionswirkung abgelaufen ist, eine Verstärkung einer Expansionsbewegung.«

kommt. Von allen Variationen der Kontraktionshypothese (Brücke, Berthold, Engelmann, Verworn) läßt sich jene von Verworn (l. c.) der rhythmischen Abwechslung des progressiven und regressiven Stromes am besten anpassen. Die Strömung des flüssig-körnigen Innenplasmas ist nach der Auffassung Verworn's vollständig von der Kontraktion, beziehungsweise Expansion des zähen, hyalinen Plasmas abhängig. Der progressive Strom ist dann entsprechend dieser Theorie die Folge der Expansion und der regressive Strom die Folge der Kontraktion. Das Gesetz der Rhythmik der Strömung ließe sich, auf die Kontraktionshypothese bezogen, in folgender Weise ausdrücken: Die Summe der Kontraktions- und Expansionsphase ist für ein bestimmtes Plasmodium eine bestimmte und konstante Größe.

Ich bemerke aber, daß wir die Kontraktionshypothese nicht als eine unbestrittene Theorie betrachten dürfen, denn es ist vielmehr die Kontraktion als Ursache der Körnchenströmung in der letzten Zeit besonders von W. Biedermann[1] in Abrede gestellt worden. Nach der Meinung dieses Forschers ist die Anschauung, daß die Bewegungsvorgänge des Protoplasmas, besonders auch die Körnchenströmung, nur auf Kontraktion, d. h. auf analoge Erscheinungen wie die Muskelbewegung (Verworn) beruhen, ein bloßes Dogma. Auch Jensen (l. c., p. 872 d. Arb.), ein Anhänger der Kontraktionshypothese, meint, daß »die lebhaften Bewegungen der Binnenmasse (Strömungen, Wirbel), welche teilweise durch die peripheren Bewegungen veranlaßt werden, teils von diesen unabhängig« eine besondere Gruppe von Erscheinungen bilden.

Tatsächlich kann man die ganze Theorie durch die Annahme der Aktivität der Strömung mit einem Schlage umdrehen. Die Expansion des hyalinen Plasmas, wie man sie deutlich bei Plasmodien beobachten kann, wäre nur eine Folge des progressiven Stromes und die Kontraktionen, welche ich hingegen nie beobachten konnte, wären die Folge des regressiven Stromes.

[1] W. Biedermann, Vergleichende Physiologie der irritablen Substanzen (Ergeb. d. Physiol., Jahrg. 8, 1909, p. 99).

Es ist aber noch ein dritter Fall möglich. Wir können uns einen Plasmodiumast einem Kautschukschlauch analog vorstellen, durch dessen Kontraktion an einem Ende (dem hinteren Teile des Plasmodiums) das flüssige Plasma in den vorderen Teil (kopfartige Ausbreitung) hineingepreßt wird, wodurch die explosionsartigen Expansionen veranlaßt werden. In diesem Falle wäre die Kontraktionsphase identisch mit P und die Expansionsphase mit R.

Nur eines will ich noch betonen, daß durch die Auffindung des Rhythmus der Protoplasmaströmung, wenn auch dies vorläufig nur für Plasmodien gilt, neue Schwierigkeiten in der physikalisch-chemischen Erklärung der Protoplasmaströmung (Hofmeister, Berthold, Bütschli, Quincke, Verworn) hinzugekommen sind.

IX.

Die eigenartige rhythmische Protoplasmaströmung scheint doch nicht allein für Plasmodien charakteristisch zu sein, sie ist vielleicht bei Organismen, speziell aber bei Pflanzen sehr verbreitet. Manche langgestreckte Gregarinen, z. B. *Monocystis agilis* und *M. tenax* zeigen ein lebhaftes Hin- und Herströmen des flüssigen Innenplasmas. »Man sieht dasselbe nach dem einen Körperende hinfließen, wobei dasselbe keulig anschwillt, während das andere Ende sich verschmälert, worauf dann eine Strömung in der umgekehrten Richtung einsetzt und die Gestalt sich entsprechend ändert« (Bütschli, Protozoa[1]). Diese Beschreibung paßt gänzlich für die Strömung bei Plasmodien.

Auch die Strömung des flüssigen Protoplasmas in den Pilzhyphen, die sogenannte »flutende Strömung«, wie sie Schröter[2] bei Mucoraceen beschrieben hat, dürfte vielleicht derselben Art sein wie die Plasmodienströmung. Diese flutende Strömung ist nach Schröter in der Hauptsache ein Hin- und Herfluten des ganzen Protoplasmas.

Selbst die als Rotations- und Zirkulationsströmung bekannte Erscheinung in den Pflanzenzellen ist möglicherweise

[1] Zitiert nach Biedermann, l. c., p. 85.

[2] A. Schröter, Über Protoplasmaströmung bei Mucorineen. Flora 1905, Ergänzungsband.

eine rhythmische Bewegung. Ich verweise diesbezüglich auf folgende Stelle aus Hofmeister's Buch »Die Lehre von der Pflanzenzelle« (p. 38): »Wie bei *Tradescantia* die Gestaltsänderung des Netzes aus Strängen strömenden Protoplasmas langsamer ist als bei Myxomyceten, so sind auch Perioden um vieles länger, in denen die Stromrichtung wechselt. Sie bleibt in derselben Bahn 10 bis 15 Minuten konstant, verlangsamt sich dann plötzlich, stockt während einer veränderlichen, zwischen wenigen Sekunden und mehreren Minuten schwankenden Frist, um dann in entgegengesetzte überzugehen.«

Es wäre nicht uninteressant, zu prüfen, ob in diesen genannten Fällen die Strömung einen ähnlichen Rhythmus aufweist, wie ich dies für die Plasmodien gezeigt habe.

X.

Schließlich möchte ich die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen in folgender Weise zusammenstellen:

1. Die Protoplasmaströmung der Plasmodien ist ein rhythmischer Vorgang.

2. Der Rhythmus der Strömung besteht aus zwei Komponenten, aus einem progressiven (P) und einem regressiven (R) Strom, wobei jener in der Regel längere Zeit dauert als dieser ($P > R$).

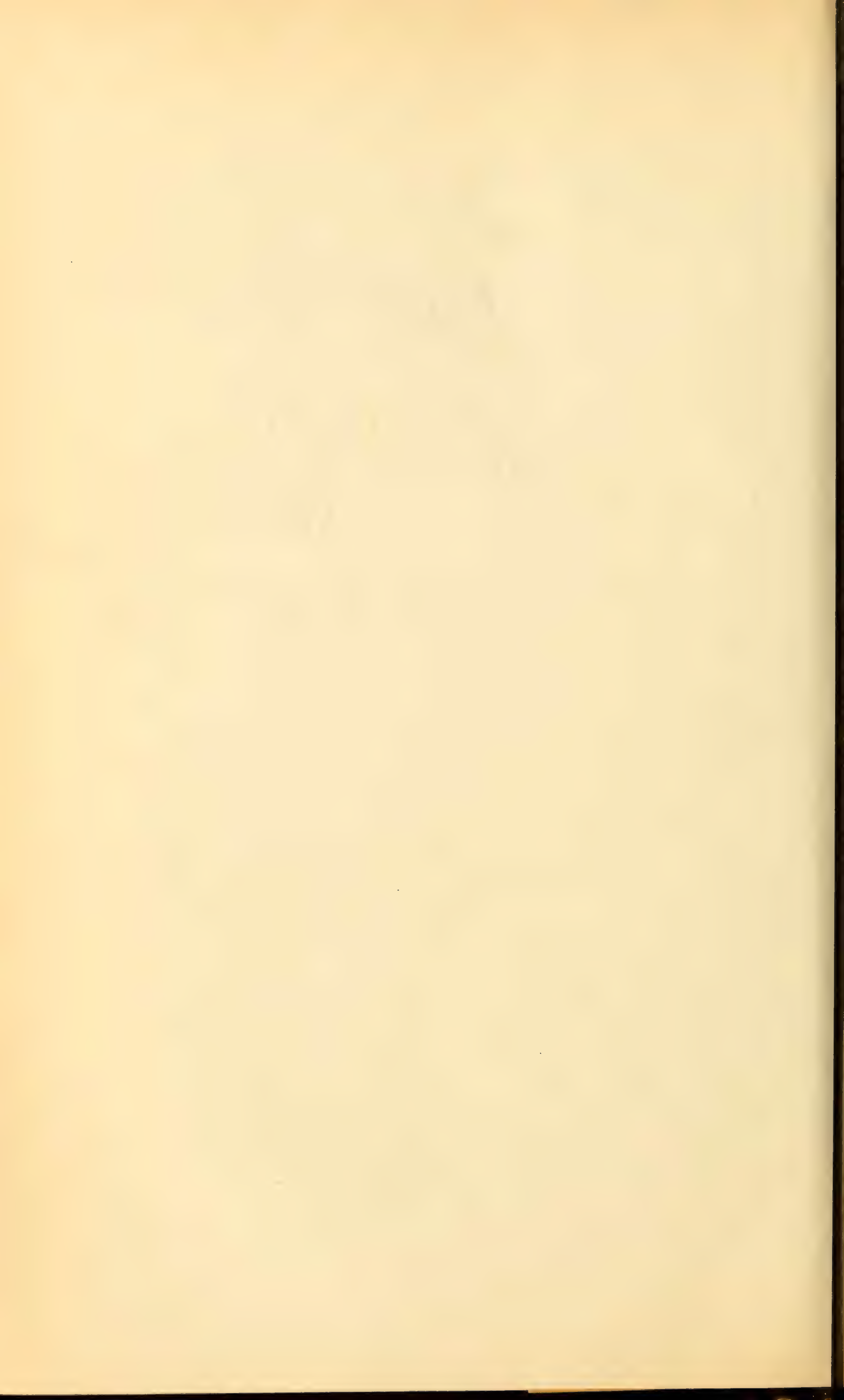
3. Die Dauer eines rhythmischen Ganges, d. h. die Summe der Dauer des progressiven und regressiven Stromes ist für ein bestimmtes Plasmodium eine bestimmte und konstante Größe. Diese Größe habe ich Rhythmusdauer (T) genannt ($P + R = T$).

4. Die Rhythmusdauer ist nur in den Hauptströmen konstant; in den Neben- und Seitenströmen, welche im Entstehen und Auflösen begriffen sind, ist sie einer stetigen Veränderung unterworfen.

5. Die Rhythmusdauer nimmt mit der Entwicklung eines Plasmodiums stetig an Größe zu.

6. Die rhythmische Strömung des Protoplasmas kann durch mechanische Reize (Erschütterung) gestört werden. Die Störung gibt sich im Sinken oder Steigen der Rhythmusdauer kund.





Fragmente zur Mykologie

(XII. Mitteilung, Nr. 574 bis 641)

von

Prof. Dr. **Franz v. Höhnel,**

k. M. k. Akad.

(Mit 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 20. Oktober 1910.)

Der in der X. und XI. Mitteilung dieser Fragmente durchgeführten Revision vieler Arten und Gattungen von Pilzen älterer Autoren folgt nun in dieser und der folgenden Mitteilung das Resultat der Revision der von einem neueren Autor aufgestellten Pilzgattungen. Paul Hennings hat als Kustos am königl. botanischen Museum in Berlin Gelegenheit gehabt, sehr zahlreiche Pilzaufsammlungen aus allen Weltteilen zu untersuchen, was nicht nur die Aufstellung von vielleicht tausenden neuer Pilzarten, sondern auch die Schaffung von über 130 neuen Pilzgattungen zur Folge hatte. Nur ganz wenige der Henningsschen Gattungen sind nur theoretisch, auf Grund älterer Angaben, ohne Originalexemplare aufgestellt, so *Boletopsis, Volvoboletus, Marasmiopsis,* alle anderen beruhen auf konservierten Originalexemplaren, sind also kontrollierbar. Da ich schon bei früheren Gelegenheiten mehrfach wahrnahm, daß Hennings's Angaben sehr der Nachprüfung bedürfen, entschloß ich mich, mich der Mühe zu unterziehen, zunächst seine Gattungen nachzuuntersuchen, die systematisch wichtige Aufschlüsse und Tatsachen erwarten ließen. In diesem Entschlusse wurde ich auf das entgegenkommendste von der Direktion des königl. botanischen Museums und Gartens in Berlin unterstützt, welche mir alle auffindbaren Originalexemplare der Henning'schen Gattungen zur Verfügung stellte.

Herr Prof. Dr. Gustav Lindau unterzog sich selbst der Mühe des Heraussuchens derselben und bin ich der obgenannten Direktion sowie Herrn Prof. Lindau für ihr Entgegenkommen und ihre Mühewaltung zu größtem Danke verpflichtet.

Bisher konnte ich 115 Hennings'sche Pilzgattungen mit sehr wenigen Ausnahmen an den Originalexemplaren nachprüfen. Die etwa 15 noch fehlenden werden mir zum Teile gewiß noch zukommen.

Die vorgenommene Untersuchung zeigte mir, daß Hennings' Angaben zum größeren Teile falsch sind und daher die meisten seiner Genera gestrichen werden müssen oder an ganz falscher Stelle standen. Die Revision derselben erwies sich daher als ganz gerechtfertigt. Es ist anzunehmen, daß auch die zahlreichen Hennings'schen Pilzarten revisionsbedürftig sind.

574. Kuntzeomyces ustilaginoideus P. Henn.

Saccardo, Syll. Fung., 1899, XIV. Bd., p. 430.
Syn.: *Didymochlamys ustilaginoidea* P. Henn., Hedwigia 1897, 36. Bd., p. 246.

Der Pilz wird vom Autor nur mit Zweifeln zu den Ustilagineen gestellt. Derselbe ist nach dem Originalexemplar eine typische *Cintractia,* welche zu jener Gruppe der Arten dieser Gattung gehört, deren Sporenmassen von einer membranartigen Hülle, welche dem Pilze angehört, umgeben ist, die später zerreißt und die Sporen entläßt. Es sind dies *Cintractia axicola* (Berk.) Cornu, *C. utriculicola* (P. Henn.) Clint. und *C. leucoderma* (Berk.) P. Henn. (siehe Clinton, N. Am. Ustilagineae, Proceed. Boston Soc. nat. Hist., 1904, 31. Bd., p. 405 ff.).

Auf eine nähere Beschreibung der Entstehung des Pilzes einzugehen ist nicht nötig, da dasjenige, was Juel (Bihang k. vet. Akad. Handl., 1897, 23. Bd., Afd. III, Nr. 10, p. 7) und Magnus (Engl. bot. Jahrb., 1893, 17. Bd., p. 490) über hierher gehörige Formen sagen und abbilden, im wesentlichen vollkommen für den Pilz gilt.

Der einzige Unterschied bestände darin, daß bei *Kuntzeomyces* die Sporenmembran dreischichtig ist. Die innerste Schichte ist 2 μ dick und hyalin, die mittlere ist stark gelatinös

verdickt und quillt bis 6 bis 8 μ Dicke an. Das Exospor ist 1 μ dick und gefärbt. Sie kann durch die Quellung der mittleren Schicht zersprengt werden, was jedoch, wie es scheint, nur bei Anwendung von Druck geschieht. Diesem Unterschied kann keine generische Bedeutung zugeschrieben werden und muß daher die Gattung *Kuntzeomyces* gestrichen werden. Der Pilz hat *Cintractia ustilaginoidea* (P. Henn.) v. H. zu heißen. Da die Originalbeschreibung desselben ganz unverständlich ist, bemerke ich, daß der Pilz nur den Fruchtknoten der *Rhynchospora* befällt. Die Ährchen der befallenen Pflanze sind köpfig gehäuft und enthalten nur einen Fruchtknoten, der am Ende der Ährchen sitzt und völlig zerstört wird. Der Pilz sitzt dann an der zapfenförmigen Spitze der Ährchenachse ganz so wie dies die Figuren (Taf. II, Fig. 6 und 8) bei Juel, l. c., zeigen. Der Medianschnitt durch den Pilz zeigt, daß derselbe aus drei Schichten besteht. Die Basalschichte, welche die Ährchenachse überzieht, besteht aus braunen parallelen Hyphen, die oben meist etwas keulig verbreitert endigen und kegelförmige, etwa 120 ≍ 80 μ große Zotten bilden. Vielleicht sind dies die Reste eines Konidienstadiums des Pilzes, die von der zweiten, chlamydosporenbildenden Schichte — die mächtigste —. eingehüllt werden. Diese besteht aus undeutlichen, dickwandigen gelatinösen, kurzgliedrigen Hyphen, deren Glieder zum Teile zu Chlamydosporen werden. Die innerste, jüngste Partie dieser Schichte zeigt deutlich ballenartige, aus zusammengerollten Hyphen bestehende Gebilde, die später (weiter nach außen) durch Abrundung und Verquellung der einzelnen Glieder der Hyphen und Auseinandertreten derselben verschwinden. Man sieht dann die in einer fast homogenen hyalinen Gelatine liegenden rundlichen oder länglichen, oft stark gekrümmten Plasmainhalte der Hyphenglieder, welche sich zum Teil schließlich braunviolett färben und zu Chlamydosporen werden. Die sich nicht weiter entwickelnden, hyalin bleibenden Zellen obliterieren schließlich. Der äußere Teil der Mittelschichte des Pilzes besteht nur aus der Chlamydosporenmasse. Diese ist nun außen von der dritten Schichte des Pilzes eingeschlossen, welche nichts anderes ist als die äußerste, steril bleibende Lage der zweiten Schichte. Sie besteht aus einigen Lagen von rund-

lichen, hyalinen, stark gelatinös verdickten Zellen, von derselben Beschaffenheit wie diejenige der zu Chlamydosporen werdenden Zellen im Innern der zweiten Schichte. Die dritte Schichte bildet eine dünne, weißliche, trocken brüchige Membran, welche den Pilz sackartig einschließt, oben etwas über das Ährchen vorragt und schließlich unregelmäßig zerreißt.

Nicht alle Chlamydosporen sind gleich gut entwickelt. Die weniger gut entwickelten haben eine nur zweischichtige Membran. Das Endospor ist gelatinös und hyalin, das Exospor dünn und gefärbt.

575. **Polysaccopsis Hieronymi** (Schröt.) P. Henn.

Hedwigia, 1898, 37. Bd., p. (206) und 1899, 38. Bd., p. (66) mit Figur.
Syn.: *Urocystis Hieronymi* Schröter, Hedwigia, 1896, 35. Bd., p. 218.

Ist eine anerkannte gute Ustilagineengattung.

576. **Dietelia verruciformis** P. Henn.

Hedwigia, 1897, 36. Bd., p. 215.
Syn.:. *Cronartium verruciforme* P. Henn.; Hedwigia 1896, 35. Bd., p. 245.

Ist eine anerkannte gute Gattung, die von J. C. Arthur zu den *Cronartialae* gestellt wird (Résultats scientif. Congrès intern. bot. Vienne 1905, p. 339).

577. **Cerocorticium bogoriense** P. Henn.

und *Cerocorticium tjibodense* P. Henn. (Monsunia, I, 1899, p. 41) sind miteinander identisch und völlig gleich *Corticium ceraceum* Berk. et Rav. (siehe v. Höhnel und V. Litschauer, Beiträge zur Kenntnis der Corticieen, II. Mitt. in Sitzber. der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem -naturw. Kl., 1907, 116. Bd., Abt. I, p. 785 [47]).

Die entgegenstehenden Angaben in Hennings's Beschreibung sind unrichtig.

Die Aufstellung der Gattung *Cerocorticium* hat keine Berechtigung, da der Pilz ein ganz typisches *Corticium* ist.

578. **Campanella Büttneri** P. Henn.

A. Engler, Botan. Jahrb. für Systematik usw., 1897, XX. Bd., p. 95.

Wird von Patouillard als Untergattung zu *Laschia* Fr. emend. Pat. gezogen (Essai taxonom. Hyménomyc., 1900, p. 120). Diese Untergattung ist aber von *Dictyolus* Quelet (Enchiridion fungorum, 1886, p. 139) in nichts verschieden. *Dictyolus* Quelet entspricht vollkommen der Sektion IV, Resupinati der Gattung *Cantharellus* in Fries, Hymen. europ., 1874, p. 460. Sie wurde von P. Karsten (Rysslands, Finlands etc. Hattsvampar in Bidrag kännedom Finnlands Natur och Folk, Helsingsfors 1879, 33. Heft, p. 242) in zwei Gattungen: *Leptoglossum* und *Leptotus* geteilt, von welchen die letztere ganz der Gattung *Campanella* entspricht. Diese ist daher ein Synonym.

579. **Hydnofomes tsugicola** P. Henn. et Shir.

A. Engler, Botan. Jahrb. für Systematik usw., 1901, XXVIII. Bd., p. 267.

Ist identisch mit *Echinodontium tinctorium* Ell. et Ev. (bei Lloyd, Mycological Notes, Nov. 1898, p. 2 und Ellis und Everhardt in Bull. Torrey Bot. Club, 1900, 27. Bd., p. 49). Synonym: *Fomes tinctorius* Ell. et Ev. (Bull. Torrey Bot. Club, 1895, 22. Bd., p. 362), *Hydnum tinctorium* (Ell. et Ev.) Lloyd, l. c.

580. **Volvoboletus volvatus** (P.) P. Henn.

Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I., 1. Abt.,** p. 196.

Ist gegründet auf *Boletus volvatus* P. (Mycol. europ., 1825, II. Bd., p. 124, Taf. XVII, Fig. 1). Der Pilz wurde nur ein einziges Mal in sechs bis acht Stücken gefunden. Von Opatowski (Comment. Boletoideorum, Berolini, 1836, p. 5) wird diese Art in die neue Gattung *Gyrodon* versetzt. Dieselbe ist ganz zweifelhafter Natur. Nach Quélet (Flore mycol. France, 1888, p. 411) ist derselbe bestimmt *Amanita vaginata*, dessen Hymenium durch eine Infektion mit einem *Hypomyces*

deformiert ist. Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht Persoon's Beschreibung vollkommen.

Daher muß die Gattung *Volvoboletus* gestrichen werden.

581. Boletopsis P. Henn.

Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I., 1. Abt.,** p. 194.

Darunter begreift Hennings' die mit einem Partialschleier versehenen *Boletus*-Arten, der als Ring oder Randsaum entwickelt ist. Diese Gattung ist unnatürlich, da sie sonst sehr verschiedene *Boletus*-Arten, so *B. luteus* L. neben *B. cavipes* Op. umfaßt. Auf das Vorhandensein des Ringes allein kann bei *Boletus* keine Gattung begründet werden, da *B. luteus* L. von *B. granulatus* nur durch den Ring verschieden ist (Ann. mycol., 1905, III. Bd., p. 548). Daher ist diese Gattung auch nicht weiter akzeptiert worden (s. Murrill, Mycologia, 1909, I. Bd., p. 4).

582. Filoboletus mycenoides P. Henn.

Monsunia, Leipzig 1899, I., p. 48, Taf. V, Fig. 2.

Ist nach meinen Untersuchungen (Fragmente zur Mykologie, 1908, V. Mitt., Nr. 173, in diesen Sitzungsber., 117. Bd., Abt. I, p. 1013) eine gute Gattung, die ich genauer beschrieben habe.

583. Fistulinella Staudtii P. Henn.

A. Engler, Botan. Jahrb. für Systematik usw., 1902, XXX. Bd., p. 43.

Hat nach der Beschreibung *Boletus*-Sporen. Bei manchen *Boletus*-Arten sind die Röhren im Alter auch fast frei. Auch die velumartige Berandung des Hutes tritt bei manchen *Boletus*-Arten auf *(B. granulatus, versipellis)*. Hat jedenfalls mit *Fistulina* nichts zu tun und wird kaum von *Boletus* zu trennen sein.

584. Phaeolimacium bulbosum P. Henn.

Monsunia, 1899, I., p. 14.

Ist nach meinen Untersuchungen (Fragmente zur Mykologie, 1908, V. Mitt., Nr. 170, in diesen Sitzungsber., 117. Bd.,

Abt. I) gleich *Oudemansiella* Speg. und hat *Oudemansiella apalosarca* (B. et Br.) v. H. zu heißen. Später fand ich (Fragmente zur Mykologie, 1909, VI. Mitt., Nr. 182, im 118. Bd. dieser Sitzungsber., p. 275), daß *Agaricus Canarii* Jungh. offenbar derselbe Pilz ist, der nun *Oudemansiella Canarii* (Jungh.) v. H. zu heißen hat.

Oudemansiella ist ganz nahe mit *Armillaria mucida* Fries verwandt. Patouillard (Hyménomycètes d'Europe, Paris 1887, p. 95) hat diese Art mit Recht in eine eigene Gattung *(Mucidula)* gestellt und unterscheidet diese von *Armillaria* durch den knorpeligen Stiel und die großen kugeligen Sporen. Später (Essai taxonomique des Hyménomycètes, Lons-le-Saumer, 1900, p. 148) hat Patouillard die Charakteristik der Gattung *Mucidula* geändert, er rechnet nun zu derselben auch Formen ohne Ring. Er unterscheidet daher in der Gattung *Mucidula* die beiden Reihen *Annulatae* und *Exannulatae*. Zu den letzteren rechnet er *Agaricus (Armillaria) cheimonophyllus* Berk. et Curt. (Journ. Linnean Societ., 1868, X. Bd., p. 284) und gibt von dieser Art in Fig. 74 das Bild des Hymeniums mit den charakteristischen Sporen und Cystiden. Von *Mucidula mucida* (Schrad.) Pat. sagt er, daß Cystiden fehlen. Allein die Untersuchung frischer Lamellen dieses Pilzes zeigte mir, daß genau ebensolche Cystiden und Sporen vorhanden sind, wie sie Patouillard für *A. cheimonophyllus* abbildet und wie sie bei den zwei Arten der Gattung *Oudemansiella* auftreten. Es ist mir jetzt gar nicht zweifelhaft, daß *A. cheimonophyllus*, dessen nahe Verwandtschaft mit *A. mucidus* Fr. schon von Berkeley und Curtis erkannt wurde, mit *Oudemansiella platensis* Speg. identisch ist. Dieser Pilz hat gewiß auch das von mir für *Oud. apalosarca* angegebene Velum universale; die »squamis brunneis planis«, welche Berkeley und Curtis bei *A. cheimonophyllus* angeben, sind gewiß nur die am Hute gebliebenen Reste dieses Velum universale. In der Tat hat Herr N. Patouillard ein ihm gesandtes Exemplar von *Oud. platensis* Speg. aus dem südlichen Brasilien für *A. cheimonophyllus* Berk. erklärt, so wie ich es erwartete. Diese zwei Pilze sind daher miteinander identisch.

Nach Patouillard (Bull. soc. myc. France, 1909, XXV. Bd., p. 9) ist *Mycena alphitophylla* B. et Curt. mit *M. leucoconis* B. et Curt. identisch und eine mit *Armillaria cheimonophylla* B. et Curt. ganz nahe verwandte *Mucidula,* deren Beschreibung er gibt. Er betrachtet sie nur als eine geographische Rasse von *A. cheimonophylla,* die sich nur durch den Mangel von Schuppen auf dem Hute unterscheidet.

Allein die Untersuchung der Originalexemplare von *Mycena alphitophylla* und *M. leucoconis* aus dem Herbar Kew zeigte mir, daß diese zwei Pilze voneinander und von *A. cheimonophylla* (sensu Patouillard) verschieden sind.

Die ersteren beiden haben dünne Lamellen ohne Cystiden. Bei *M. alphitophylla* ist der Stiel glatt und an der Basis membranartig verbreitert. Bei *M. leucoconis* ist der ebenso glatte Stiel nach unten wenig dicker, ganz unten jedoch spitz und wurzelnd.

Armillaria cheimonophylla (sensu Patouillard) = *Oudemansiella platensis* Speg. hat dicke Lamellen mit großen Cystiden und einen gestreiften Stiel mit mehr minder deutlich berandeten Knollen. Alle drei Arten sind einander habituell ähnlich und haben fast gleiche Sporen. Daher wurden sie für identisch gehalten.

Oudemansiella subaurantiaca (B. et Br.) Petch (Annal. Roy. Bot. Gardens, Peradenyia 1910, IV. Bd., p. 391) dürfte nicht in die Gattung gehören, da sie nach Petch's Angabe keine Cystiden besitzt und auch in der Sporenform abweicht. Bei kleinen, scharf begrenzten Gattungen hat auch die Sporenform eine generische Wichtigkeit.

Die Verwandtschaft von *A. mucidus* und *Oudemansiella* ist eine so nahe, daß der Umstand, daß bald ein Ring vorhanden ist, bald derselbe fehlt, nebensächlich erscheint. Indessen habe ich bei einem javanischen Exemplare von *Oud. apalosarca* sogar deutliche Reste eines Ringes gefunden.

Ich bin daher überzeugt, daß alle diese bisher in verschiedenen Gattungen untergebrachten Pilze *Oudemansiella*-Arten sind. Darnach würde sich folgende Charakteristik und Synonymie dieser Gattung ergeben.

Oudemansiella Speg. 1882 char. emend. v. H.

Velum universale häutig, bald verschwindend. Hut weich, fast gelatinös-fleischig, gewölbt, stark klebrig. Hutrand anfänglich eingebogen. Lamellen dicklich, weich, angewachsen. Stiel zähe, mehr minder knorpelig-faserig, unten meist verdickt, manchmal mit Andeutung einer Volva, mit oder ohne Ring. Hymenium mit dünnwandigen, bauchigen Cystiden. Sporen hyalin, groß, kugelig.

Syn.: *Mucidula* Pat., 1887.
Phaeolimacium P. Henn., 1899.
Collybia sp. (Berk. et Br.).
Pluteus sp. (P. Henn.).
Amanitopsis sp. (Saccardo).
Armillaria sp. (Fries, Quelet, Berk. et Curt.).
Lepiota sp. (Schroeter).

Arten:

1. *Oudemansiella mucida* (Schrad.) v. H.

Syn.: *Agaricus mucidus* Schrad., 1794.
Lepiota mucida (Schrad.) Schroeter, 1889.
Mucidula mucida (Schrad.) Pat., 1887.

(Die ältere Synonymie siehe in Fries, Hymenomyc. europ.)

2. *Oudemansiella cheimonophylla* (B. et Curt.) v. H.

Syn.: *Agaricus (Armillaria) cheimonophyllus* B. et C., 1868.
Oudemansiella platensis Speg., 1882.

3. *Oudemansiella Canarii* (Jungh.) v. H.

Syn.: *Agaricus Canarii* Jungh. 1838.
» *(Collybia) apalosarcus* B. et Br., 1871.
» » *Magisterium* Berk. et Br., 1871.
» » *euphyllus* B. et Br., 1871.
Amanitopsis Canarii (Jungh.) Sacc., 1887.
Phaeolimacium bulbosum P. Henn., 1899.
Pluteus macrosporus P. Henn., 1899.
Oudemansiella apalosarca (B. et Br.) v. H., 1908.

Ich glaube, daß die zwei letzteren Arten nur Formen derselben Spezies sind.

Nach Patouillard hat *A. cheimonophyllus* einen stark schleimigen Hut. Berkeley und Curtis haben offenbar trockene Exemplare untersucht.

Noch fehlt mir der Nachweis des Velum universale bei *Oud. mucida*. Allein es ist sicher, daß der stark schleimige Hut anfänglich oberflächlich trocken sein muß und wie dies stets geschieht, die Verschleimung unter der anfänglich trockenen äußersten Schichte, welche das Velum universale ist, stattfindet. Nur scheint die Verschleimung bei *O. mucida* sehr frühzeitig zu beginnen.

585. Chitoniella poderes (B. et Br.) P. Henn.

Engler-Prantl, Die natürl. Pflanzenfam., 1898, I. T., 1. Abt.,** p. 240.

Die Gattung *Chitoniella* ist gegründet auf *A. (Psalliota) poderes* B. et Br. (Journ. Linn. Soc., 1873, XIV. Bd., p. 32). Nach T. Petch (Ann. roy. bot. Gardens, Peradeniya, 1908, Vol. IV, Part. IV, p. 133 ff.) sind aber *Psalliota trachodes* (Berk.) (Hooker's London Journ. Bot. 1847, VI. Bd., p. 487) und *Psalliota pedilia* (B. et Br.) (Journ. Linn. Soc., 1873, XIV. Bd., p. 32) damit identisch. Der Pilz muß daher *Chitoniella trachodes* (Berk.) Petch heißen. Der Pilz hat nach Petch ein olivengrünes Sporenpulver und gehört daher zu den *Chlorosporae* Massee (Kew Bulletin, 1898, p. 135). Er ist eine grünsporige *Amanita*. Seine Synonymie ist folgende:

Chitoniella trachodes (Berk.) Petch, 1908.

Syn.: *A. (Psalliota) trachodes* Berk. 1847.
» » *pedilius* Berk. et Br. 1873.
» » *poderes* Berk. et Br. 1873.
Chitonia poderes (B. et Br..) Sacc. 1887.
» *pedilia* (B. et Br.) Sacc. 1887.
Chitoniella poderes (B. et Br.) P. Henn. 1898.

Zu den *Chlorosporae* gehören nun die Gattungen *Chlorospora* Massee non Speg. (ohne Ring und Volva), *Chlorophyllum* Massee (mit Ring, ohne Volva), *Chitoniella* P. Henn.

(mit Ring und Volva) und *Aeruginospora* v. H. (Fragmente zur Mykologie, 1908, V. Mitt., Nr. 172 in diesen Sitzungsber., 117. Bd., Abt. I., p. 1011).

Die Gattung *Chitoniella* bleibt daher erhalten, muß aber als grünsporige *Amanita* charakterisiert werden.

586. Phaeohygrocybe Zenkeri P. Henn.

A. Engler, Botan. Jahrb. für Systematik usw., 1902, XXX. Bd., p. 50.

Nicht gesehen. Der Pilz soll gelbbräunliche, stachelige Sporen haben. Die Hygrophoreen sind bekanntlich mikroskopisch höchst einförmig gebaut und fast nur durch äußere Merkmale unterschieden. Es ist daher sicher, daß der Pilz mit *Hygrocybe* nichts zu tun hat. Da die Beschreibung desselben nach konservierten Exemplaren vorgenommen wurde, ist die Angabe über die Sporenfarbe durchaus unsicher. Hennings hat ja auch *Phaeolimacium,* die als *Oudemansiella* hyaline Sporen hat, als braunsporig beschrieben. Es ist daher ganz gut möglich, daß der Pilz hyaline Sporen hat. Vielleicht handelt es sich um eine *Mycena*, *Omphalea* oder *Collybia* oder, wenn die Sporen braun sind, um eine *Naucoria*. Bei diesen Gattungen kommen auch Formen mit dicken Lamellen und mit stacheligen oder rauhen Sporen vor.

Die Gattung *Phaeohygrocybe* erscheint mir daher durchaus zweifelhaft.

587. Lactariopsis Zenkeri P. Henn.

A. Engler, Botan. Jahrb. für Systematik, 1902, XXX. Bd., p. 51.

Unterscheidet sich nach dem Originalexemplare von den *Lactarius*-Arten aus der Gruppe *Piperites-Tricholomoidei* nur dadurch, daß die am Rande des Hutes befindliche Behaarung mehr membranartig entwickelt ist und ganz oben am Beginne der Lamellen dem Stiele anhaftet.

588. Discocyphella marasmioides P. Henn.

Monsunia, 1899, I., p. 43.

Wird von Hennings zu den Thelephoreen gerechnet und mit *Cyphella* verglichen. *Cyphella* hat aber das Hymenium oben.

Discocyphella hingegen unten. Offenbar ist *Discocyphella* nichts anderes als ein *Marasmius* ohne oder mit rudimentären Lamellen. Es verhält sich *Discocyphella* zu *Marasmius* genau so wie *Phlebophora* zu *Mycena* (siehe v. Höhnel, Fragmente zur Mykologie, V. Mitt., 1908, Nr. 171 in diesen Sitzungsber., 117. Bd., I. Abt., p. 1008). Sollte der Hut subgelatinös sein, was bei seiner Dünne ganz unwahrscheinlich ist, so könnte es eine lamellenlose Form von *Heliomyces* sein. Jedenfalls gehört der Pilz zu den Agaricineen. Da nur ein Exemplar vorliegt, läßt sich nicht sagen, ob der Pilz nicht auch manchmal rudimentäre Lamellen zeigt. Überdies ist die Gattung *Gloiocephala* Massee (Grevillea, 1892, 21. Bd., p. 33) von *Discocyphella* nicht verschieden, da die Angabe, daß *Gloiocephala* einsporige Basidien hat, offenbar falsch ist. Dazu kommt noch, daß die zweite Art, *Discocyphella ciliata* P. Henn. (Őfversigt kgl. votensc.-Ak.-fôrh., 1900, p. 318) ähnliche Drüsenhaare zeigt wie *Gloiocephala* und auf der Unterseite des Hutes zwei bis fünf radiale, faltenförmige, sehr niedrige Lamellen zeigt. (Auch ist hier der Stiel nicht so ausgesprochen hornig wie bei *D. marasmioides*.) Auch *Gloiocephala* hat einen braunen Stiel.

Discocyphella und *Gloiocephala* sind daher voneinander kaum verschieden und *Phlebophora*-Formen von *Marasmius*-Arten oder verwandten Agaricineen. Bekanntlich gibt es viele *Marasmius*-Arten mit wenig entwickelten, faltenförmigen Lamellen.

Gloiocephala wird in Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. Abt., 1**, p. 130 ganz mit Unrecht zu den Clavarieen gestellt. Diese Gattung ist gewiß identisch mit *Hymenogloea* Pat. (Essai taxonomiques des Hymenomycetes, 1900, p. 146). Patouillard betrachtet zwar beide als verschieden, da er annimmt, daß *Gloiocephala* einsporige Basidien hat, was sicher unrichtig ist.

Völlig sicher ist, daß *Cymatella* Pat. (Bull. soc. myc. France, 1899, XV. Bd., p. 193) mit *Discocyphella* identisch ist. Patouillard (Essai taxonomiques, 1900, p. 147) unterscheidet bei der Gattung *Cymatella* typische Formen mit membranartigem oder fast fleischigem Hute und solche mit fast gelati-

nösem Hute. Zu den letzteren rechnet er *Discocyphella marasmioides* P. Henn.

Es ist aber klar, daß diese Unterscheidung so vage und unsicher ist, daß sie praktisch wertlos ist. Insbesondere läßt sich an Spiritusexemplaren oder getrockneten Pilzen, wenn der Hut, wie bei allen diesen Formen, ganz dünn ist, diese Unterscheidung nicht durchführen. Da nun *Cymatella* und *Discocyphella* in demselben Jahre (1899) aufgestellt wurden, läßt sich nicht entscheiden, welcher der beiden Namen der ältere ist.

Nach Patouillard gehören auch *Craterellus marasmioides* Berk. et Curt. und *Craterellus pulverulentus* B. et C. zu *Cymatella*. Daher nennt er den Hennings'schen Pilz 1900 *Cymatella Henningsii* Pat. Auch hier läßt sich die nomenklatorische Frage, ob diese Namensänderung richtig ist, nicht entscheiden, denn Hennings' Beschreibung der *Discocyphella marasmioides* ist im selben Jahre (1899) erschienen, in welchem Patouillard's Angabe fällt, daß *Craterellus marasmioides* B. et C. eine *Cymatella* ist.

Unter diesen Umständen ziehe ich vor, den Namen *Cymatella* Pat. zu wählen, nicht nur weil Patouillard's Angaben viel genauer und vollständiger sind als die von Hennings, sondern hauptsächlich deshalb, weil Patouillard die marasmiusartige Natur der hierher gehörigen Pilze ganz richtig erkannt hat. Er sagt ganz richtig, daß *Cymatella* zu den Agaricineen gehört, während Hennings seine *Discocyphella* mit *Cyphella* verwandt hält und zu den Thelephoreen rechnet. Schon der Name *Discocyphella* ist irreführend.

Nach dem Gesagten ist *Discocyphella* P. Henn. gleich *Cymatella* Pat. und der letztere Name als gültig anzunehmen. Die beiden Gattungen *Gloiocephala* Massee 1892 und *Hymenogloea* Pat. 1900 können ebenfalls als identisch betrachtet werden, da die erstere gewiß nicht einsporige Basidien hat und ein anderer, greifbarer Unterschied nicht besteht.

Ich glaube aber, daß alle vier genannten Gattungen zusammengehören, da sie sämtlich ganz dünne Hüte haben, die unmöglich wirklich gelatinös sein können. Die ganz nahe Beziehung von *Gloiocephala* zu *Cymatella* zeigt sich schon

darin, daß zwei Arten dieser Gattung dieselben Drüsenhaare besitzen wie *Gloiocephala*. Bei *Cymatella ciliata* (P. Henn.) v. H. sind diese Drüsenhaare kurz und klein, bei *Cymatella bambusicola* v. H. sind sie ebenso groß und auffallend wie bei *Gloiocephala*. Ein von mir 1899 bei Santos in Brasilien auf morschen Blattstielen gesammeltes, leider verloren gegangenes Exemplar einer *Gloiocephala* mit schönen Drüsenhaaren, die vielleicht mit *Gl. epiphylla* Massee identisch war, zeigte einen ganz dünnen, durchscheinend hyalinen Hut, der aber nicht als gelatinös bezeichnet werden konnte.

Es handelt sich hier um offenbar nahe miteinander verwandte Formen mit weichhäutigen, aber zähen Hüten und festen, oben blassen, unten mehr minder gefärbten und hornigen Stielen; Formen, die generisch nicht voneinander getrennt werden können.

Auch wenn, was mir ganz unwahrscheinlich ist, weitere Funde zeigen sollten, daß *Discocyphella marasmioides* und *Gloiocephala epiphylla* Massee stets ganz ohne Lamellen auftreten, müssen sie doch zu den Agaricineen gestellt werden, da es nicht angeht, nach einem einzelnen Merkmale, sei es auch das Hauptmerkmal, Einreihungen vorzunehmen. Nur die Gesamteigenschaften bestimmen die richtige Stellung eines Pilzes, nach einem Prinzip, das bei den Phanerogamen längst anerkannt ist.

Die von mir beschriebene *Discocyphella bambusicola* aus dem südlichen Brasilien (Denkschr. der mathem.-naturw. Kl. der kaiserl. Akad. in Wien, 1907, 83. Bd., p. 7) ist von *D. ciliata* P. Henn., wie der direkte Vergleich zeigte, schon durch die viel größeren Köpfchenhaare ganz verschieden.

589. Marasmius (Botryomarasmius) Edwallianus P. Henn.

Hedwigia, 1900, 39. Bd., p. (135), c. Icon.

Nach Theyssen (Broteria, 1909, VIII. Bd., p. 54, Taf. V, VI) hat diese Art typisch einen unverzweigten Stiel und zeigen auch andere südamerikanische *Marasmius*-Arten die Neigung, einen verzweigten Stiel zu bilden, sowie auch *Marasmius*

Rotula. Daher hat die Bildung einer eigenen Sektion *Botryomarasmius* keine Berechtigung.

590. Marasmiopsis subannulatus (Trog) P. Henn.

Engler-Prantl, Die natürl. Pflanzenfam., 1898, I. T., 1. Abt.**, p. 230.

Ist auf Grund von *Marasmius subannulatus* Trog (siehe Fries, Hymenomyc. europ., 1874, p. 465) aufgestellt, eine Art, die sich von den übrigen *Marasmius*-Arten durch einen unvollständigen Ring und gelbbraune Sporen unterscheidet. Da dieser Pilz seit Trog nicht wiedergefunden wurde, ist es eine höchst zweifelhafte Form und möglicherweise doch eine verkannte *Pholiota*.

Daher ist die Aufstellung der Gattung *Marasmiopsis* zum mindesten verfrüht und unnötig.

591. Lycoperdopsis arcyrioides P. Henn. et E. Nym.

Monsunia, I, 1899, p. 60, Taf. V, Fig. 5.
Syn.: *Lycoperdon arcyrioides* P. Henn. et E. Nym. (Monsunia, I, 1899, p. 23).

Das Originalexemplar ist fast überreif und zur Feststellung des Baues ungeeignet. Meine in Buitenzorg 1907 gesammelten Stücke sind jünger und zeigen folgenden Bau.

Die meist birnförmigen oder länglichrunden Fruchtkörper sind nach unten allmählich verschmälert und entspringen weißen, dünnen, verzweigten Mycelsträngen. Die weißliche Peridie ist häutig, trocken brüchig, etwa 60 bis 70 μ dick. Sie zerbricht unregelmäßig und wird schließlich ganz abgeworfen. Das Capillitium liegt dann frei und zeigt die eingestreuten, bräunlichen, elliptischen, seltener kugeligen, etwa 4 bis 5 ≍ 3 μ großen Sporen. Die Peridie besteht aus drei bis vier Lagen von rundlich-polyedrischen, dicht aneinander schließenden, dünnwandigen, trocken zusammenfallenden, 15 bis 30 μ großen Zellen. Unten wird sie plectenchymatisch-faserig und geht allmählich in die ebenso gebaute Rinde des hohlen Stieles über, der mit Capillitumfasern locker ausgefüllt ist. Der ganze von der Peridie umschlossene Raum ist fertil und wird von einer gekammerten Gleba ausgefüllt. Die Kammern sind unregelmäßig polyedrisch und 100 bis 150 μ breit. Die Kammer-

wände sind 6 bis 8 μ dick und bestehen aus einer mehrfachen Schichte von dünnen, undeutlichen, plectenchymatisch verflochtenen Hyphen, welche auf beiden Seiten mit dem Hymenium bekleidet ist. Dieses besteht aus kurzzylindrischen, etwa 5 μ breiten Basidien mit (wie es scheint, meist) vier dünnen, 1·7 μ langen Sterigmen, welche die Sporen tragen. Diese sieht man nicht selten in Gruppen zu vier. Zwischen den Basidien stehen nun Cystiden, welche bräunlich, rauh, lang fadenförmig, einzellig oder selten mit einzelnen Septen versehen, meist gabelig verzweigt und etwa 2 bis 3 μ dick sind und das Capillitium darstellen. Bei der Reife findet keine Auflösung der Kammerwände statt, wohl aber werden diese durch das sich ausbreitende Capillitium zerrissen und zum Verschwinden gebracht.

Das Capillitium besteht daher bei *Lycoperdopsis* nicht aus den derberen Hyphen, welche in den Kammerwänden eingewachsen sind, sondern stellt eigentümliche, sehr verlängerte und verzweigte Cystiden dar, die im Hymenium sitzen und frei in die Kammern hineinragen.

Daher ist *Lycoperdopsis* eine eigene, von den bisher näher bekannten Lycoperdaceen völlig verschiedene Gattung, welche durch die Art der Entstehung des Capillitiums bemerkenswert ist.

Es wird zu untersuchen sein, in welcher Weise das Capillitium bei den Gattungen *Lanopila* Fries und *Lasiosphaera* Reichardt (= *Eriosphaera* Reichardt non Cassini) entsteht. Möglicherweise ist eine dieser Gattungen mit *Lycoperdopsis* identisch.

592. Corditubera Staudtii P. Henn.

A. Engler, Botan. Jahrb. für Systematik usw., 1897, XXIII. Bd., p. 557, mit Figur.

Ist eine gute Gattung, von der ich eine zweite Art (*Corditubera microspora* v. H.) auf Java fand und näher beschrieben habe (Fragmente zur Mykologie, 1908, V. Mitt., Nr. 174, in diesen Sitzungsber., Bd. 117, Abt. I, p. 1019).

593. Pirogaster Fleischerianus P. Henn.

Hedwigia, 1901, 40. Bd., p. (27).

Der Pilz ist sicher eine Sclerodermee, welche, wie schon bekannt, mit *Pompholyx* Corda verwandt ist. Noch näher scheint mir dieselbe mit *Pisolithus* A. u. S. verwandt zu sein. Die Sporangiolen trennen sich zwar nicht voneinander, sind aber doch viel schärfer begrenzt als bei *Pompholyx*. Für die nähere Verwandtschaft mit *Pisolithus* spricht auch das Vorhandensein des Stieles und der Mangel des Hilus an den Sporen. Steht zwischen den genannten beiden Gattungen in der Mitte.

Möglicherweise ist *Paurocotylis echinosperma* Cooke (Grevillea, VIII, p. 59) ein damit verwandter Pilz. Der Typus der Gattung *Paurocotylis* ist indes ein mit *Hydnocystis* verwandter Ascomycet (Bullet. soc. mycol. France, 1903, XIX, p. 339), hat also damit nichts zu tun.

594. Clavogaster novozelandicus P. Henn.

Hedwigia, 1896, 35. Bd., p. 303.

Die Gattung wird von E. Fischer (Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. Abt., I**, 1899, p. 299) mit *Caulo-glossum* Grev. identifiziert. Allein nach Lloyd (The Lycoperdaceae of Australia, New Zealand, Cincinnati 1905, p. 8) ist das Originalexemplar zu schlecht, um über die Stellung des Pilzes etwas zu sagen. Es ist an demselben nicht festzustellen, ob eine Columella vorhanden ist oder nicht. Nach Lloyd hat der Pilz dieselbe Gleba und Spore wie *Secotium* und scheint näher mit dieser Gattung verwandt zu sein als mit *Caulo-glossum* (siehe auch Patouillard in Bull. soc. mycol. France, 1907, XXIII. Bd., p. 50). Danach bleiben Wert und Stellung dieser Gattung völlig zweifelhaft.

595. Battarreopsis Artini P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. (212) mit Figur.

Wird vom Autor vorläufig zu den Secotiaceen gestellt.

G. Lloyd gibt einige photographische Bilder des Pilzes und macht einige richtige Bemerkungen zu demselben (Mycological notes, 1904, p. 194, Taf. 22).

Vom Pilze liegt der Stiel mit der Volva und ein als Hut bezeichnetes Stück vor. Der Vergleich desselben mit *Battarrea Stevenii* (Libosch) Fr. und *B. Guicciardiana* Ces. zeigte mir, daß Stiel, Volva und Sporen ganz denen von *Battarrea* gleichen. Die rostbraune Farbe des Sporenpulvers ist ganz dieselbe wie bei *B. Stevenii*; auch mikroskopisch gleichen sich die Sporen fast völlig. Die Sporen und die Gleba ähneln sehr denen eines Myxomyceten. Die Gleba sitzt an der konvexen Seite des Hutes. Es ist aber fraglich, ob das als Hut bezeichnete Stück der ganze Hut ist und ob derselbe so aufsitzt, wie es von Hennings angegeben und abgebildet wird. An der Konkavseite des Hutes ist keine Spur einer Ansatzstelle an den Stiel, der oben stumpf endigt, zu sehen, dieselbe ist ganz glatt. Das Gewebe des Hutes ist korkig-lederig und besteht aus ziemlich parallelen braunen Hyphen. Es ist ganz verschieden von dem des Stieles, der aus dünnen, genau parallelen, farblosen Hyphen besteht und trocken hart, hornig ist. Trotzdem muß aber wohl angenommen werden, daß das Hutstück wirklich zum Stiele gehört. Bei alten Stücken von *Battarrea* hängt die untere Hälfte des Hutes, glockenförmig über das Stielende gestülpt, lang herab. Sie ist oben in der Mitte am Stielende gut angewachsen. Vermutlich ist das Hutstück der *Battarreopsis* nur die kleinere Hälfte des Hutes, die größere, angewachsen gewesene wird fehlen sowie auch die ganz obere Hälfte desselben, nämlich die obere Hälfte der Peridie.

Danach glaube ich, daß *Battarreopsis* ganz ähnlich wie *Battarrea* gebaut ist. Für die nahe Verwandtschaft mit *Battarrea* sprechen die Gleichheit des Stieles, der Volva und der Sporen. Hingegen fehlt das charakteristische Capillitium von *Battarrea* vollständig. Auch sind die Glebakammern viel größer als bei *Battarrea* und nicht senkrecht auf den Wandungen der Peridie stehend, sondern flach liegend. Die Kammerwände sind sehr dünnhäutig, silberig glänzend, fast ohne Spur einer Struktur. Die Kammern sind ganz dicht, und zwar nur mit Sporen ausgefüllt und es ist klar, daß diese große Masse von

Sporen nicht von einer Hymenialschichte auf den Kammerwänden herrühren kann; es ist daher der Pilz sicher ein Plectobasidiomycet. Doch ist das sporenbildende Gewebe, das die Kammern ausfüllte, am reifen Pilze völlig verschwunden.

Nach allem glaube ich, daß *Battarreopsis* mit *Battarrea* ganz nahe verwandt ist und sich von dieser Gattung vornehmlich durch den Mangel des Capillitiums unterscheidet. Auf keinen Fall hat aber der Pilz mit *Secotium* etwas zu tun.

596. Echinophallus Lauterbachii P. Henn.

A. Engler, Botan. Jahrb. für Systematik usw., 1898, XXV. Bd., p. 505.
Syn.: *Ithyphallus Lauterbachii* P. Henn., Engler, Bot. Jahrb., 1894, XVIII. Bd., Beiblatt Nr. 44, p. 36.

Ist nach E. Fischer eine gute Gattung, eine interessante Mittelform zwischen *Ithyphallus*, *Dictyophora* und *Mutinus* (siehe auch E. Fischer, Neue Untersuch. zur vergl. Entwicklungsgesch. der Phalloideen, in Denkschr. der schweiz. naturf. Gesellsch., 1893, XXXIII. Bd., Nr. 1, und Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. Bd., Abt. I**, p. 295, mit Figur).

597. Floccomutinus Zenkeri P. Henn.

A. Engler, Bot. Jahrb. für Systematik usw., 1897, XXII. Bd., p. 109.

Ist eine anerkannt gute Gattung. Siehe auch Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. Bd., Abt. I**, p. 290, mit Figur.

598. Schenckiella Marcgraviae P. Henn.

A. Engler, Bot. Jahrb. für Systematik usw., 1893, XVII. Bd., p. 523.

Der Pilz wurde von Hennings zu den Microthyriaceen gestellt. Ihm wurden aber fast kugelige Perithecien zugeschrieben, daher Saccardo (Syll. Fung., 1895, XI. Bd., p. 268) ihn zu den Perisporiaceen stellte, wo er auch in Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. Teil, Abt. 1, p. 336, steht.

Der Pilz ist nach dem Originalexemplar eine merkwürdige Myxasterinee (Fragmente zur Mykologie, 1909, VII. Mitt., Nr. 331; VIII. Mitt., Nr. 361).

Der Pilz besitzt ein zartes, fest angewachsenes Subiculum, das aus gerade oder wellig-zackig verlaufenden, braunen, unregelmäßig verzweigten, 3 bis 4·5 μ breiten, ein lockeres Netz bildenden Hyphen ohne Hyphopodien besteht, deren Glieder etwa 25 μ lang und mäßig dünnwandig sind. Die Perithecien sind halbiert schildförmig und entstehen auf der Unterseite der Hyphen, sind also invers. Ihre Membran ist durchscheinend braun, radiär aus 3 bis 4 μ breiten, etwa 8 μ langen, in radialen Reihen in einer Lage stehenden Zellen aufgebaut. In der Mitte wird die Perithecienmembran schließlich fast opak dunkelbraun und ist hier kurzzellig parenchymatisch. An der der Cuticula des Blattes angewachsenen Seite der Perithecien befindet sich innen ein lockeres Geflecht von blaß tintenblauen, zarten, 3 μ breiten Hyphen, auf welchen die Asci sitzen und von welchen sich die Paraphysen in Form von tintenblauen, einfachfädigen, aus 13 μ langen, etwas gelatinös verdickten Zellen bestehenden Hyphen erheben, die oben mit dem mittleren Teile der Perithecienmembran fest verwachsen sind. Die Asci sind breit keulig, oben abgerundet und bis auf 8 μ verdickt, unten plötzlich in einen 6 × 5 μ langen Stiel verschmälert, bis 90 × 28 μ groß.

Sie enthalten bis acht Sporen, von welchen jedoch meist nicht alle ausreifen. Oft findet man nur eine ausgereift. Die Sporen liegen parallel im Ascus, sind zylindrisch, gerade oder etwas verbogen, 70 bis 80 × 9 μ groß, meist sechszellig, an den Querwänden nicht oder nur wenig eingeschnürt, an den Enden abgerundet und oft dunkler gefärbt, im reifen Zustand etwas durchscheinend und schwarz. Asci und Paraphysen sind in einer festen, bläulichgrauen Schleimmasse eingebettet, die der Hauptsache nach von den Asci herrührt, welche auch öfter blaßblau gefärbt sind. Durch die Quellung dieser Schleimmasse werden die Perithecien oben radial zerrissen und die etwa sechs- bis siebenkeiligen Lappen hinausgebogen und dadurch der Nucleus ganz freigelegt. An dem inneren (oberen) Ende dieser Lappen hängt der größte Teil der an denselben angewachsenen Paraphysen in Form eines Büschels von blauen Fäden. Die Schleimmasse des Nucleus scheidet überdies noch an seiner Oberfläche eine dünne Schichte einer schwarzen,

schollig zerbrechenden Substanz aus, welche den Bau der eigenartigen, bis 360 μ breiten Fruchtkörper sehr verdunkelt.

Zu den Myxasterineen gehören nun die vier Gattungen *Dimerosporium* Fuck. (non Sacc., Syll.) (= *Myxasterina* v. H.), *Halbania* Racib., *Schenckiella* P. Henn. und *Englerulaster* v. H.

Viele als *Asterina* beschriebene Formen scheinen wenig typische *Dimerosporium*-Arten zu sein, ob auch der Typus der Gattung: *Asterina Melastomatis* Lév., ist noch zu prüfen.

599. Hyphaster Kutuensis P. Henn.

In H. Baum, Berichte der Kunene-Zambesi-Expedition, Kolonialwirtschaftl. Komitee, Berlin 1902, p. 169.

Ist nach dem Originalexemplar ein mit *Dimerosporium abjectum* (Wallr.) Fuck. nahe verwandter Pilz. Der Autor hat die weit geöffneten, schließlich ringförmig werdenden *Asterostomella*-Pycniden dieses Pilzes beschrieben und für eine Phaeostilbacee gehalten. Daneben kommen aber auch Perithecien mit reifen Asci vor.

Der Pilz muß *Dimerosporium Kutuense* (P. H.) v. H. heißen, wobei die Gattung im Sinne Fuckel's und nicht Saccardo's gemeint ist (siehe Fragmente zur Mykologie, 1910, X. Mitt., Nr. 477).

Der Pycnidenpilz muß *Asterostomella Kutuensis* (P. Henn.) v. H. genannt werden; er entspricht der Gattung *Hyphaster*, welche natürlich ganz gestrichen werden muß.

Der Pilz bildet auf der Unterseite der Blätter von *Combretum Baumii* ziemlich zahlreiche, rundliche, sehr zarte, rauchgraue bis 5 *mm* breite, ganz allmählich verlaufende, oft zusammenfließende Flecke, welche aus dem Mycel bestehen und auf denen herdenweise in Menge die Pycniden und Perithecien sitzen. Die braunen, mäßig dünnwandigen, fest angewachsenen, 3 bis $3^1/_2$ μ breiten, locker und zart septierten Hyphen verlaufen feinwellig verbogen ziemlich gerade, sind locker gegen- und wechselständig verzweigt und netzig verbunden. Die Länge der Hyphenglieder beträgt meist 18 bis 20 μ.

Die wechselständigen, oft nur einseitig entwickelten, locker stehenden Hyphopodien sind stets zweizellig, meist länglich

und schief abstehend, 10 bis 13 ≈ 4 bis 5 μ; die untere Zelle ist kurz zylindrisch, die obere länglich bis unregelmäßig rundlich und oft etwas gelappt.

Die *Asterostomella*-Pycniden sowie die *Dimerosporium*-Perithecien entstehen an der Unterseite der Hyphen, sind also invers. Beide sind halbiert schildförmig, durchscheinend dunkelbraun, radiär gebaut, am Rande mit 10 bis 40 μ langen, 2 bis 3 μ breiten, hellbraunen, unregelmäßig verkrümmten Wimpern versehen und zeigen im Innern viel festen hyalinen bis bräunlichen Schleim, in dem die Sporen, respektive die Asci eingelagert sind und durch dessen Verquellung die von der Mitte aus radiär aufreißenden Fruchtkörper schließlich weit geöffnet werden und ringförmig erscheinen. Die schmal dreieckigen Lappen werden oft ganz hinausgebogen und erscheinen dann die Fruchtkörper sternförmig. In den meist 80 bis 100 μ breiten rundlichen Pycniden entstehen die Conidien ringsum seitlich an sehr kurzen, breiten Stielen. Die Conidien sind eilänglich bis birnförmig keulig, in der Mitte etwas eingeengt und daselbst mit einer hellen Querzone versehen, sonst opak schwarzbraun; daher sehen sie, obwohl einzellig, zweizellig aus. Oben sind sie breiter, abgerundet, unten keilig verschmälert, 22 bis 32 ≈ 14 bis 17 μ. Die etwa 160 μ breiten Perithecien zeigen keine Paraphysen und rundliche, mäßig derbwandige, etwa 28 bis 30 μ breite, achtsporige Asci. Schlauchsporen durchscheinend dunkelbraun, eilänglich, fast gleich-zweizellig, an der Querwand eingeschnürt, beidendig abgerundet, 18 bis 20 ≈ 8 bis 9 μ.

Aus diesen Angaben ersieht man, daß der Pilz ganz so wie *Dimerosporium abjectum* (Wallr.) Fuckel gebaut ist.

Siehe auch Hennings' Bemerkungen in Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 300.

600. Englerula Macarangae P. Henn.

A. Engler, Bot. Jahrb. für Systematik usw., 1905, XXXIV. Bd., p. 49.

Ist nach meinen Untersuchungen eine gute, aber ganz falsch aufgefaßte Gattung (Fragmente zur Mykologie, 1909, VI. Mitt., Nr. 221, in diesen Sitzungsber., 118. Bd., Abt. I, p. 318). Die Familie der Englerulaceen P. Henn. nimmt eine

Mittelstellung zwischen den Perisporieen und Capnodieen ein und umfaßt die Gattungen *Hyaloderma* Speg., *Englerula* P. Henn., *Parenglerula* v. H., *Nostocotheca* Starb. und *Schiffnerula* v. H. (siehe meine Fragmente Nr. 329, 330 und 520).

601. Paranectria (Paranectriella) juruana P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 245.

Ist eine *Paranectria*, deren Perithecien auf einem dünnen, gelblichen, plectenchymatisch-faserigen Stroma sitzen. Wenn man die stromatischen Nectriaceen streng von jenen ohne Stroma generisch sondert, wie dies Seaver (Mycologia, 1909, I) tut, so kann *Paranectriella* sowie *Creonectria*, *Puttemansia* usw. als eigene Gattung gelten. Allein es ist mir fraglich, ob dies durchführbar ist (siehe Fragmente zur Mykologie, 1909, IX. Mitt., Nr. 415).

Paranectria (Paranectriella) stromaticola P. Henn. ist nach meiner Untersuchung des Originalexemplars (Fragmente zur Mykologie, 1909, VII. Mitt., Nr. 296 und 297) eine *Berkelella*.

602. Puttemansia lanosa P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 112, c. Icon.

Der Pilz wird als Pezizee beschrieben.

Die Untersuchung des Originalexemplars zeigte mir jedoch, daß derselbe eine *Calonectria* mit hervorbrechend-oberflächlichem Stroma ist, auf dem die Perithecien oberflächlich oder meist halb eingesenkt sitzen. Die eigentlichen *Calonectria*-Arten haben kein Stroma und kann der Name *Puttemansia* für die stromatischen *Calonectria*-Arten beibehalten werden.

Die Sporen der *Puttemansia* sind spindelförmig und an einem oder beiden Enden mit schmalen Fortsätzen versehen. Dadurch erinnern sie an die von *Paranectria* und könnte *Puttemansia* leicht für eine stromatische *Paranectria*, also eine *Paranectriella* P. Henn. (als Subgenus), Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 245, gehalten werden.

Allein diese Sporenfortsätze sind bei *Puttemansia* Ausstülpungen der Endzellen der Sporen, während sie bei *Para-*

nectria cilienartige Membranfortsätze sind. Daher kann *Puttemansia* nicht als *Paranectriella* angesehen werden.

Hingegen ist *Puttemansia* P. Henn. 1902 eine *Scoleconectria* Seaver 1909 (Mycologia, I, p. 197). Der Typus dieser Gattung, *Sc. scolecospora* (Bref.) Seav., hat zwar lang zylindrische, vielseptierte Sporen, allein andere Arten, wie *Sc. canadensis* (E. et Ev.) Seav. haben elliptische, vierzellige Sporen. Wieder andere Arten zeigen Mittelformen der Sporen. Es scheint nach Seaver's Vorgang in der Tat nicht möglich zu sein, die in der Sporenform so verschiedenen *Scoleconectria*-Arten voneinander generisch zu trennen.

Daher ist *Scoleconectria* Seav. 1909 = *Puttemansia* P. Henn. 1902. Trotz vieler Abweichungen in der Beschreibung Spegazzini's halte ich es doch für möglich, daß *Calonectria ambigua* Speg. (Sacc., Syll. Fung., IX, p. 544) mit *Puttemansia lanosa* identisch ist. Wenn dies der Fall ist, wären mehrere Angaben Spegazzini's falsch, und zwar ganz so wie bei *Paranectria? albolanata* Speg., von der ich in Fragmente zur Mykologie, 1909, VII. Mitt., Nr. 298, angegeben habe, daß ihre Beschreibung falsch ist.

Diese *Paranectria? albolanata* Speg. habe ich l. c. als echte *Paranectria* bezeichnet, allein nun, da ich die *Puttemansia lanosa* kenne, der sie äußerst nahe verwandt ist, muß ich sie als typische *Puttemansia* erklären, die *P. albolanata* (Speg.) v. H. zu heißen hat. Die wiederholte Untersuchung derselben zeigte mir, daß die Sporen nicht ganz ausgereift sind am Originalexemplar und daß die Endfortsätze derselben nicht solide Membranteile sind, sondern schmale, zylindrische Ausstülpungen der Zellen, die mit ganz homogenem, dichtem Plasma ausgefüllt sind, infolgedessen sie scheinbar solide sind. Rehm (Hedwigia, 1898, 37. Bd., p. 198) scheint sie in der Tat hohl gesehen zu haben.

Broomella Lagerheimii Pat. (Bull. soc. mycol. France, 1895, XI. Bd., p. 229) ist wahrscheinlich auch eine *Puttemansia*.

Puttemansia lanosa bildet mitten im Blattgewebe rundliche, weiße, etwa 200 μ breite, aus etwa 5 bis 6 μ breiten, offenen Parenchymzellen aufgebaute Stromata, die manchmal

zu zwei bis drei dicht aneinanderstoßen und fast stets blattoberseits durchbrechen und hier ein oberflächliches, locker anliegendes, blasses oder weißes Stroma bilden, die ein einziges oder wenige, eiförmige oder fast birnförmige, aufrechte, 200 bis 280 μ hohe, 350 bis 420 μ breite Perithecien tragen, welche meist bis zum Drittel oder zur Hälfte eingesenkt oder auch seitlich miteinander oft verwachsen sind. Das oberflächliche Stroma ist etwa 250 μ dick und kann, wenn zwei bis drei miteinander verschmelzen, bis 1·5 *mm* breit werden. Es besteht aus 5 bis 16 μ breiten, unregelmäßig angeordneten, derbwandigen, offenen, blassen, polyedrischen Parenchymzellen. Die Perithecienmembran ist 40 bis 60 μ dick, parenchymatisch, innen klein-, außen großzellig und von vorstehenden Zellgruppen rauh. Die Haare sind dickwandig, zart septiert, stumpf, 300 bis 500 ≍ 5 bis 6·5 μ, wollig verbogen. Wie man sieht, ist der Pilz der *Puttemansia albolanata* (Speg.) v. H. ganz ähnlich.

603. Saccardomyces socius P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 353.

Ist nach dem Originalexemplar und nach der Beschreibung eine braune *Ophionectria* (Fragmente zur Mykologie, 1909, VI. Mitt., Nr. 221, in diesen Sitzungsber., 118. Bd., I. Abt., p. 321), ebenso wie die zweite Art (*S. bactridicola* P. Henn.), welche aber am Originalexemplar nicht mehr zu finden ist.

Die braunen *Ophionectria*-Arten mit deutlichen Paraphysen und einzelligen Sporen sind aber in die Gattung *Pseudomeliola* Speg. 1889 zu stellen, in welche sie gut passen, daher *Saccardomyces* P. H. 1904 = *Pseudomeliola* Speg. 1889 ist (siehe Fragmente zur Mykologie, 1910, X. Mitt., Nr. 503).

604. Metadothella stellata P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 384, c. Icon.

Eine interessante, völlig verkannte und ganz falsch beschriebene Form.

Der Pilz sitzt in braunen, oberseits etwas verdickten, rundlichen, meist kurz und schwach vier- bis sechslappigen,

mit einem Randwulst versehenen, 2 bis 5 *mm* breiten, zerstreuten, auf beiden Blattseiten sichtbaren, unten dunkleren Flecken eingewachsen und bricht oberseits hervor. Derselbe besitzt ein aus kleinen hyalinen Zellen bestehendes fleischiges Stroma, das sich zunächst in der Epidermis und zwischen diesen und den Palisadenzellen entwickelt; es breitet sich erst flach aus, dringt dann stellenweise zwischen den Palisadenzellen tiefer ein und tritt dann in das Schwammparenchym über. Alle Zellen, die im Bereiche des Stromas liegen, werden getötet und nehmen eine rotbraune Farbe an. Sie werden voneinander getrennt und im Stromagewebe eingeschlossen. Das tiefere Eindringen des Stromas findet nur lokal statt, und zwar meist in drei bis sechs radial gestreckten schmalen Partien der Flecke, doch manchmal auch an ganz unregelmäßig geformten und angeordneten Stellen. Wo diese mächtigere Entwicklung des Stromas stattfindet, bricht dasselbe schließlich durch radiale oder unregelmäßig gestellte Risse der Epidermis oben hervor.

Die hervorbrechenden oberen Partien des Stromas nehmen eine nach außen zu dunkler werdende braune Färbung an und bestehen aus senkrechten, parallelen Reihen von 6 bis 8 μ großen Parenchymzellen, zwischen welchen häufig parallelstehende Blattpalisadenzellen von rotbrauner Färbung eingeschlossen erscheinen. An jenen Stellen nun, wo das Stroma stark entwickelt ist und hervorbricht, sind nun, tief eingesenkt, meist zu zwei bis vier in Reihen stehende Perithecien vorhanden. Diese zeigen eine weichfleischige, aus stark zusammengepreßten Zellen bestehende, oft sehr dünne, manchmal bis über 40 μ dicke, blasse oder bräunliche Membran und einen dicken, etwa 240 μ langen Hals, der einen oft bis auf 80 μ Breite ausgebauchten Kanal, der mit langen Paraphysen ausgekleidet ist, besitzt und auf einer halbkugeligen, schwärzlichen Warze mit einem rundlichen Ostiolum endigt. Samt dem Schnabel sind die ganz im Stroma eingesenkten Perithecien etwa 500 μ hoch. Der Peritheciennucleus besteht aus zahlreichen keuligen, dünnwandigen, bis 80 bis 85 ≍ 10 bis 12 μ großen Asci, die unten allmählich in einen 20 bis 25 μ langen, gelatinös-dickwandigen, bis 8 μ breiten Stiel endigen, oben etwas verschmälert sind und abgestutzt endigen. Die acht

Sporen liegen im Ascus zweireihig, sind stets hyalin und zweizellig. Braune Sporen, wie sie Hennings angibt, der die Sporen auch falsch zeichnet, habe ich nicht gesehen. Die Sporen sind länglich-keilig, oben breiter, beidendig abgerundet. Die Querwand liegt fast stets unterhalb der Mitte, oft so, daß die breitere obere Zelle zweimal so lang als die schmälere untere ist. Die Sporen sind an der Querwand kaum oder nicht eingeschnürt, zeigen eine mäßig derbe Wandung und reichlichen, fast homogenen Inhalt. Sporengröße meist 16 bis 18 ≈ 5·5 bis 6 μ. Zwischen den Asci finden sich sehr zartwandige, meist etwas geschrumpfte, kurze, 4 bis 5 μ breite, schwer sichtbare Paraphysen.

Neben den Perithecien kommen noch melanconieenartige kleinere, eiförmige oder größere, ganz unregelmäßige Hohlräume unterhalb der Oberfläche der Stromata vor, welche keine eigene Wandung besitzen, dicht mit 20 bis 30 ≈ 1·5 bis 2·5 μ großen, einfachen, oft verbogenen Sporenträgern ausgekleidet sind, die an der Spitze hyaline, einzellige, elliptische, 6 bis 12 ≈ 2·5 bis 3 μ große Conidien wenig reichlich bilden. Diese Hohlräume münden direkt nach außen.

Aus dieser Beschreibung erhellt, daß *Metadothella stellata* eine mit *Lambro* Rac. (Parasitische Algen und Pilze Javas, Batavia 1900, II. Teil, p. 13) nahe verwandte Form ist. Ist davon durch das hervorbrechende, eigentümlich geformte Stroma und die Paraphysen verschieden. Doch hat *Lambro* wahrscheinlich auch ähnliche, schwer sichtbare Paraphysen.

Metadothella, *Lambro*, *Apiosphaeria* (Fragmente zur Mykologie, 1909, VIII. Mitt., Nr. 391), *Dubitatio* (= *Spegazzinula*) und *Pseudomassaria* bilden eine natürliche Gruppe von Hypocreaceen. *Apiosphaeria* v. H. zeigt zwar kein Stroma, ist aber sonst *Metadothella* und *Lambro* sehr nahestehend.

Endothia Fr. (= *Cryphonectria* Sacc.) steht wegen des *Diaporthe*-Baues des Nucleus weiter ab.

605. Hypocreodendron sanguineum P. Henn.

Hedwigia, 1897, 36. Bd., p. 223, Taf. V, Fig. 1.

Ist nach der Beschreibung ein Conidienpilz mit kugeligen Pycniden, die eingewachsen sind.

Der clavariaartige Habitus des Pilzes ist aus der Abbildung gut zu ersehen. Die Zweige sind oben schüsselartig verbreitert. Diese Schüsseln sind außen und innen mit dichtstehenden, sehr dünnen, einfachen oder büschelig verzweigten, kurzen Conidienträgern besetzt, die eine geschlossene Schichte bilden und große Mengen von geraden, stäbchenförmigen, meist 8 bis 10 ≍ 1 μ großen, in Ketten stehenden Conidien erzeugen.

Die ganz unreifen Perithecien findet man in der Rinde der Zweige unterhalb der Conidienschüsseln in großer Menge eingesenkt.

Es ist kaum ein Zweifel, daß der Pilz ein *Corallomyces* oder ein damit naher Verwandter ist. *Corallomyces Jatrophae* Möller (Ascomyceten und Phycomyceten, Jena 1901, p. 92 und 295, Taf. I, Fig. 21 bis 28) zeigt ganz ähnliche endständige, muldenförmige Conidienlager; nur sind bei *Corallomyces* die Conidien anders gestaltet.

Die Conidien werden daher nicht in geschlossenen Pycniden gebildet.

606. Shiraia bambusicola P. Henn.

A. Engler, Bot. Jahrb. für Systematik usw., 1901, XXVIII. Bd., p. 274.

Die Stromata wachsen so wie die von *Mycocitrus* und *Peloronectria*, denen der Pilz nahe verwandt ist, am Bambusrohr ganz oberflächlich und umgeben dasselbe völlig. Sie sind fleischig, trocken korkig weich. Die breit ellipsoidischen Perithecien haben eine dicke, braune Wandung, sind ganz eingesenkt und haben keinen Hals, sondern nur eine breite Mündungspapille, welche hervorbricht in Form einer 150 μ breiten Scheibe. Die Oberfläche der reifen Stromata ist von den Mündungen schwarz punktiert, die einzelnen Punkte stehen 0·5 *mm* weit voneinander. Die Sporen sind ganz hyalin und haben eine sehr zarte Wandung und einen reichlichen, grob granulierten Inhalt, anfänglich sieben bis acht Querwände und ein bis zwei unterbrochene Längswände. Später kommen sekundäre, nicht durchgehende Querwände dazu, so daß schließlich bis 13 vorhanden sein können. Die Sporen sind 48 bis 68 ≍ 14 bis 18 μ groß. Die Teilungswände sind sehr zart. Die Asci sind

zylindrisch, vier- bis achtsporig, oben dickwandig und abgerundet, unten allmählich in einen 32 ≍ 4 bis 5 μ großen Stiel verschmälert, 300 bis 400 ≍ 20 μ. Die Paraphysen sind sehr zahlreich, wenig über 1 μ dick und überragen die Asci.

Mit *Mattirolia*, die hervorbrechende Stromata hat, ist *Shiraia* nicht näher verwandt, die ganz oberflächlich wächst und wahrscheinlich eigentlich auf tierischem Substrat lebt.

607. Balansiella Orthocladae P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 85.

Der Pilz wurde zuerst als *Claviceps pallida* (Wint.) var. *Orthocladae* P. Henn. (Hedwigia, 1900, 39. Bd., p. 77) beschrieben. Unter dem Namen *Balansia diadema* A. Möll. (Phycomyceten und Ascomyceten, Jena 1901, p. 197, Taf. V, Fig. 74, und X, Fig. 1) wurde er nochmals beschrieben und gut abgebildet.

Es ist eine gute, mit *Balansia* und *Claviceps* nahe verwandte Hypocreaceengattung.

608. Perisporiopsis Struthanthi P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 83.

Der Pilz wird als mit *Perisporium* nahe verwandt angesehen, ist jedoch eine Capnodiacee, die fast mit *Perisporina* P. Henn. zusammenfällt, deren Sporen jedoch nicht ausgereift sind, so daß ihr Verhältnis zu den übrigen Capnodiaceen nicht festgestellt werden kann.

Der Pilz besitzt ein ganz oberflächliches, ausgebreitetes, leicht abhebbares braunes Subiculum, das aus lebhaft gelbbraunen, etwa 7 bis 8 μ dicken, derbwandigen, ziemlich gerade verlaufenden, unregelmäßig verzweigten Hyphen besteht, die in mehreren Schichten liegen. An diesen Hyphen sitzen an kurzen, dicken Stielen blasige, rundliche oder birnförmige, etwa 50 μ breite Körper, die vielleicht verkümmerte Perithecienanlagen sind. Zahlreich sind stumpf endigende Seitenzweige, welche eine Art von Borsten darstellen, die sich aber kaum erheben. Auf den Basalhyphen, deren Gliederlänge 10 bis 40 μ beträgt, sitzen auch aufrechte, einfache, septierte, spitze, oben

blasse bis hyaline, etwa 120 ≈ 5 bis 6 μ große Conidienträger, die an kurzen, hyalinen Papillen, besonders am oberen Teile, kugelige, bräunliche, etwa 6 μ breite Conidien tragen. Ähnliche kugelige Zellen sieht man auch sonst stellenweise an den Basalhyphen sitzen. Die aufrecht birnförmigen Perithecien sitzen am Subiculum dicht, fast rasig gedrängt; sie dürften frisch schwarz gewesen sein, sind aber am Originalexemplar matt, schmutzig graubraun. Sie sind oben meist flach, mit kleiner Papille oder umbilicat, oben breiter, unten in einen oben breiteren, 180 ≈ 170 μ großen Stiel verschmälert, im ganzen 300 bis 370 μ hoch und 150 bis 200 μ breit. Die Perithecienmembran zeigt oben ein rundlich-eckiges bis 25 μ breites Ostiolum, ist derb, zähléderig und 30 bis 40 μ dick; sie besteht aus vier Lagen von dunkelrotbraunen, polyedrischen, 10 bis 20 μ großen, wenig flachgedrückten, derbwandigen Zellen. Der Perithecienstiel zeigt innen ein hyalines, aus rundlich-polyedrischen, 6 bis 8 μ breiten Zellen bestehendes Parenchym. Die Asci sind zylindrisch-keulig, oben etwas abgeflacht-abgerundet und bis 9 μ dickwandig, seitlich mit 4 μ dicker Wandung, unten allmählich in einen etwa 8 ≈ 7 μ großen Stiel verschmälert.

Die acht Sporen liegen im Ascus schief zweireihig, sind länglich, in der Mitte am breitesten, an den Enden etwas verschmälert und abgerundet, mäßig derbwandig, hyalin, anfänglich zweizellig, später (ob normal und immer?) sechs- bis siebenzellig und 56 bis 60 ≈ 12 bis 14 μ groß. Zwischen den 128 bis 148 ≈ 32 bis 35 μ großen Asci liegen, zellig gegliedert, nicht typische, 6 bis 8 μ breite Paraphysen, die leicht in ihre etwa 10 μ langen Zellen zerfallen.

Da die Sporen nicht ausgereift sind, fällt die Gattung *Perisporiopsis* möglicherweise mit einer anderen Capnodieengattung zusammen. Sie weicht übrigens von den typischen Capnodieen durch die eigenartigen Paraphysen ab.

609. Perisporina manaosensis P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 357, Taf. V, Fig. 1.

Der Pilz wird als mit *Meliola* und *Perisporium* verwandt bezeichnet.

Nach dem Originalexemplar ist es eine typische Capnodiacee, welche der Gattung *Limacinia* Neger sehr nahesteht.

Der Pilz bildet auf der Blattunterseite ausgebreitete, zarte, leicht abhebbare, graubraune Rasen, die stellenweise, besonders gegen den Rand derselben, einen weichen, lockeren, weißen, flockigen Samt zeigen, der von aufrechten, hyalinen Borsten herrührt. Die schwarzen, kugeligen, bis 200 μ breiten Perithecien sind im Subiculum locker herdenweise eingestreut.

Die Basalhyphen des Subiculums sind durchscheinend braun, wenig verzweigt, mäßig derbwandig, locker septiert und ziemlich steif, gerade und 7 bis 8 μ breit. Sie bilden einen lockeren, dünnen, der Epidermis nicht angewachsenen Filz. Auf denselben sieht man auf kurzen (10 ≍ 10 μ) Stielen rundliche, verschieden große Peritheciumanlagen sitzen und zahlreiche weiche, etwas verbogene, 150 bis 400 μ lange, aufrechte Haare oder Borsten, die ganz hyalin oder unten blaßbräunlich sind. Die Borsten sind unten bis 10 μ breit, mit bis 3 bis 4 μ dicker Wandung und werden nach oben allmählich dünner, sie enden stumpf oder spitzlich und zeigen etwa sechs bis sieben Querwände. Oft entspringen sie der Unterseite der Basalhyphen und sind dann an der Basis stark eingekrümmt. An den Basalhyphen sitzen spärlich auch keulige, drei- bis vierzellige, stumpfe, gerade, unten stielartig verschmälerte, braune, etwa 80 ≍ 11 μ große Conidien. Ferner findet man noch zahlreiche hyaline, spindelige oder spindelig-keulige, an beiden Enden scharf zugespitzte, vierzellige, gerade oder bogig gekrümmte, meist 24 bis 25 ≍ 5 bis 7 μ große Conidien, die mit 2 μ breiten, hyalinen Hyphen auskeimen, im Subiculum zerstreut, die sicher zum Pilze gehören, jedoch nur freiliegend zu sehen waren. Gegen den Rand des Subiculums werden die Hyphen dünner und mehr hyalin, hier sind die Borsten ganz hyalin, weich, verbogen und nur 3 bis 4 μ dick.

Die Perithecien sitzen auf den Basalhyphen auf ganz kurzen einzelligen Stielen, haben eine zähhäutige, dunkelbraune, etwa 28 μ dicke Membran, die aus drei bis vier Schichten von 16 bis 36 μ breiten, 8 μ dicken, polygonalen Zellen besteht, die gegen das unechte, rundliche, etwa 20 μ breite Ostiolum hin kleiner werden. Der Nucleus besteht aus

spärlichen, meist undeutlichen, fädigen, 1·5 μ breiten Paraphysen und wenigen dickwandigen, stumpf sitzenden, breitkeuligen, oben breit abgerundeten, bis 100 ≍ 48 μ großen Asci, die etwa acht zylindrische, fast stets dreizellige, gerade oder wenig gekrümmte, blaßbräunliche, an den Enden abgerundete, 60 bis 76 ≍ 10 bis 11 μ große, parallel liegende Sporen enthalten. Die Sporen zeigen anfänglich einen grobgranulierten reichlichen Inhalt.

Von *Limacinia* Neger (siehe Fragmente zur Mykologie, 1909, VIII. Mitt., Nr. 379) ist der Pilz durch das zum Teil hyaline Mycel mit hyalinen Conidien und die zylindrischen Sporen verschieden.

Asteridiella Solani Mc. Alp. 1897 (Sacc., Syll. Fung., XIV, p. 701) ist nach der Beschreibung eine Capnodiacee, die von *Limacinia* Neger 1896 kaum verschieden sein wird und der *Perisporina manaosensis* offenbar sehr ähnlich ist.

610. Kusanobotrys Bambusae P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 141.

Der Pilz ist nach dem Originalexemplar keine Perisporiee, sondern eine eigenartige, abweichende Capnodiee.

Der Pilz bildet auf der Oberseite der Bambusblätter zahlreiche schwärzliche, dünne, längliche oder unregelmäßige, bis 4 *mm* lange und 3 *mm* breite, öfter miteinander verschmelzende Flecke, auf denen in Reihen die aus drei bis zehn rosettig angeordneten, aufrecht eiförmigen, 80 μ hohen, 60 μ breiten Perithecien bestehenden, rundlichen, schwarzen, etwa 200 μ breiten Perithecienräschen sitzen. Freie Hyphen fehlen völlig. Der Pilz besitzt ein unter der dünnen Cuticula eingewachsenes, aus einer Lage von zu 20 bis 50 μ breiten, dendritisch oder korallenförmig verzweigten Bändern dicht parallel verwachsenen, braunen, dünnwandigen, 2 bis 4 μ breiten, aus bis etwa 10 μ langen, länglichen oder unregelmäßig gestalteten Zellen bestehenden Hyphen aufgebautes Subiculum. Diese einschichtigen Bänder zeigen seitlich und an den Enden lappige Verbreiterungen, in denen die Zellreihen fächerförmig radial verlaufen. Sie verlaufen an den Enden der Zweige und Lappen oft ganz allmählich, indem sie ohne scharfe Grenze in hyalines,

kaum sichtbares Gewebe übergehen. Die Bänder verschmelzen stellenweise membranartig. Auf diesen Bändern entstehen nun in Längsreihen angeordnete lokale Verdickungen, welche die dünne Cuticula durchbrechen und zu opak-schwarzen, etwa 80 μ breiten, 50 μ hohen Stromapolstern werden, auf denen dreierlei Gebilde entstehen.

Zunächst zeigen sich schwarzbraune, breit aufsitzende, eiförmige, derbwandige, etwa 14 μ hohe und 12 μ breite, aus einer Zelle bestehende Auswüchse in geringer Zahl. Dann bilden sich opak-schwarze, steife, oft etwas verkrümmte, stumpfliche, bis 220 μ lange, unten 8 bis 9 μ, oben 4 bis 6 μ breite Borsten, welche manchmal fehlen, einzeln oder bis zu sieben gebüschelt auftreten und nach allen Richtungen divergieren. Manchmal sind die Borsten besonders oben mehr minder durchscheinend braun und dann sieht man fünf bis sechs Querwände an denselben. Endlich entstehen an der Basis der Stromapolster kreisförmig oder rosettig angeordnete Perithecien in der Zahl von meist etwa fünf bis neun. Diese Perithecien sind unten konisch verschmälert, oben abgerundet und haben eine etwa 8 μ dicke Membran, die aus einer Lage von olivenbraunen, rundlich polygonalen, etwas auseinanderweichenden, etwa 12 bis 14 μ breiten Zellen besteht und zähhäutig ist. Oben treten die Membranzellen auseinander und es bildet sich ein unregelmäßiges, oft zerrissenes unechtes Ostiolum aus, das anfangs klein ist und sich schließlich stark erweitert.

Die Perithecien sitzen auf einem opak-schwarzen, 12 bis 14 ≍ 14 μ großen Stiel. Paraphysen fehlen völlig. Die eiförmigen, meist achtsporigen Asci messen 40 ≍ 30 μ und kommen nur zu zwei bis drei in jedem Perithecium vor. Die blaß graubraun werdenden Sporen sind zweizellig und bis 24 bis 28 ≍ 9 bis 10 μ groß, an den Enden abgerundet; die obere Zelle ist etwas kürzer und breiter als die untere, mehr zylindrische.

Der Pilz ist ganz eigenartig. Das unter der Cuticula eingewachsene Subiculum ist so gebaut wie das von *Dothidasteroma* (Fragmente zur Mykologie, 1909, IX. Mitt., Nr. 443). Der Bau der Perithecien ist ganz typisch so wie bei den Capnodieen. Daher muß der Pilz trotz der sonstigen großen Abweichungen zu diesen gerechnet werden.

Denn bei der Beurteilung der Verwandtschaft eines Pilzes ist in erster Linie der Bau der Fruchtkörper maßgebend. Allerdings nimmt der Pilz bei den Capnodieen eine ganz isolierte Stellung ein. Die Capnodieen spielen so wie die Naetrocymbeen in den Tropen eine große Rolle und zeigen dort eine große Formenmannigfaltigkeit, die in ihrer Gänze erst dann zutage treten wird, wenn die dazu zu rechnenden Formen, die jetzt falsch beschrieben und eingereiht sind, festgestellt sein werden.

Zu den Capnodieen gehört auch *Dimerosporiella Amomi* (B. et Br.) v. H. (Fragmente zur Mykologie, 1909, VIII. Mitt., Nr. 367), welchem Pilze ich früher eine Mittelstellung zwischen den Perisporiaceen und Hypocreaceen zuschrieb. Die wiederholte Untersuchung der Perithecien zeigte mir aber, daß es typische Capnodieenperithecien sind.

Da Spegazzini schon 1908 (siehe Ann. myc., 1909, VII. Bd., p. 557) eine Gattung *Dimerosporiella* aufgestellt hat, nenne ich nun den Pilz *Dimerosporina Amomi* (B. et Br.) v. H. (siehe die Übersicht der Capnodiaceengattungen in Fragmente zur Mykologie, 1900, XI. Mitt., Nr. 532).

611. Phaeosaccardinula P. Henn.

1. Der Typus der Gattung ist *Ph. diospyricola* P. Henn. (Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 67, c. Icon.). Der Pilz ist nach dem Originalexemplar keine Microthyriacee, sondern eine typische *Limacinula*, deren steriles Hyphengewebe, das bei *Limacinula* meist mächtig entwickelt ist, auf die Oberfläche der Perithecien und einen Randsaum beschränkt ist.

Der Pilz stellt ganz oberflächliche, rundliche, in der Mitte flachwarzig erhöhte, am Rande dünnhäutige und allmählich verlaufende, fast fleischige, weiche, aus dünnwandigen Elementen zusammengesetzte, bis 500 μ breite Gebilde dar, welche in der warzenförmigen Mitte ein abgeflacht kugeliges Perithecium zeigen, das bis 160 μ breit ist und ein kleines, typisches, aber wenig deutliches Ostiolum besitzt. Dieses Perithecium entwickelt sich auf einem zarten Subiculum und ist bis in die Nähe des Ostiolums mit einer Decke von dünnwandigen, blaß graubräunlichen Hyphen bedeckt, die ein Stroma vortäuscht

und seitlich die der Blattepidermis dicht anliegende Randmembran bildet. Dieses das Perithecium fast ganz einhüllende Hyphengewebe ist oben kurzgliederig und locker parenchymatisch entwickelt, gegen den Rand wird dasselbe lockerer, faserig-plektenchymatisch. Die Hyphen verlaufen gerade, kreuzen sich, sind zartwandig, 3 bis 5 μ breit, blaß bräunlich. Sie erinnern durch ihre charakteristische Beschaffenheit an die des Subiculums von *Limacinula samoënsis* v. H. (Fragmente zur Mykologie, 1909, VIII. Mitt., Nr. 379), während aber bei dieser Art die Hyphen an den Perithecien nur wenig hinaufreichen, dafür aber eine weit ausgebreitete, zusammenhängende, häutige Kruste bilden, gelangen sie hier bis in die Nähe des Ostiolums und täuschen so ein Stroma vor, bilden dafür aber nur einen schmalen Randsaum um die Perithecien. Hierdurch gewinnt der Pilz ein ganz anderes habituelles Aussehen, allein der genaue Vergleich der Perithecien auf Medianschnitten zeigt, daß der Bau derselben im wesentlichen der gleiche ist, mithin beide in dieselbe Gattung gehören. Die so auffallenden äußeren Unterschiede rühren daher nur von der verschieden starken Entwicklung des Mycels her, das bei *Phaeosaccardinula* keine Conidienbildungen *(Triposporium, Torula)* zeigt, die sich nur dann entwickeln, wenn das sterile Mycel reichlich ausgebildet ist.

Die Perithecien von *Phaeosaccardinula* sind in der Tat ganz so gebaut wie die von *Limacinula samoënsis*. Die Unterschiede sind nur von spezifischem Werte. Das Gewebe derselben ist graubräunlich. Paraphysen fehlen völlig. Die schief-eiförmigen Asci sind mäßig derbwandig, sitzend, bis $64 \asymp 50\,\mu$ groß. Die Sporen sind fast hyalin, zuletzt sehr blaß bräunlich; sie liegen zu acht parallel im Ascus, zeigen bis 15 Querwände und eine unterbrochene Längswand, sind sehr zartwandig, mit reichem Plasmainhalt und meist $44 \asymp 10\,\mu$ groß.

Der Pilz macht für sich, ohne Kenntnis seiner wahren Verwandten, infolge seiner weichen, anscheinend fleischigen Perithecien, die scheinbar in einem schwach entwickelten Stroma liegen, ganz den Eindruck einer Hypocreacee. Allein in dieser Familie würde er ganz isoliert stehen, ein Umstand, der stets zur Vorsicht mahnt und Zweifel erregt. Der Mangel

eines ausgebreiteten Subiculums läßt den Gedanken an die Naetrocymbeen nicht im entferntesten aufkommen und erst die Auffindung von Mittelformen wies auf seine richtige Verwandtschaft hin und der Vergleich der Perithecien an Medianschnitten zeigte dann, daß derselbe in der Tat von *Limacinula* nicht verschieden ist.

Diese Feststellung, die mir wichtig scheint, zeigt, daß bei der Beurteilung der wahren Verwandtschaft eines Pilzes das Maßgebende der Bau der Fruchtkörper selbst ist. Subiculum, Nebenfruchtformen, Stroma usw. sind stets von sekundärer Bedeutung, sie können bei tatsächlich nahe verwandten Formen fehlen oder vorkommen und sehr verschieden entwickelt sein und dadurch den Habitus eines Pilzes außerordentlich verschieden gestalten und so seine wahre Verwandtschaft völlig verdunkeln. Dies zeigt in frappanter Art der vorliegende Fall, der jeden, auch den erfahrensten Mykologen, anfänglich täuschen muß. Jeder muß von vornherein *Phaeosaccardinula* und *Limacinula* für zwei völlig verschiedene Gattungen halten, wenn es ihm unbekannt ist, daß das für *Limacinula* so charakteristische conidientragende Mycel auch völlig fehlen kann. Es kann angenommen werden, daß viele hierhergehörige Formen (Naetrocymbeen) schon längst, irgendwo im System an falscher Stelle verborgen, bekannt sind, denn dieselben gehören in den Tropen zu den verbreitesten epiphytischen Blattpilzen. Die Naetrocymbeen haben in den Tropen gewiß eine reiche Entwicklung genommen und die extremen Formen werden sehr abweichend gebaut sein, so daß ihre Zugehörigkeit zu denselben nicht ohne weiteres zu erkennen sein wird, wie schon *Phaeosaccardinula* zeigt. So bin ich nun der Überzeugung, daß der so auffallende *Treubiomyces pulcherrimus* v. H. (Fragmente zur Mykologie, 1909, VIII. Mitt., Nr. 370), den ich wegen seiner fleischigen Perithecien als Nectriacee betrachtete, eine merkwürdige Naetrocymbee ist. Bei den sicheren Gattungen der Nectriaceen hat derselbe aber gar keine Verwandte und dies zeigt schon, daß er nicht dahingehört. Dies wird aber weiter bewiesen durch das Vorhandensein der schwarzen Borsten, welches zeigt, daß er offenbar seine Verwandten unter den Sphaeriaceen hat. In der Tat ist der Nucleus genau so wie

bei *Limacinula* beschaffen. Es ist sicher eine Naetrocymbee mit eigentümlich entwickeltem Mycel.

Ebenso ist *Malmeomyces pulchella* Starbäck (Bih. till Kon. sv. vet.-Akad. Handlingar, 1900, 25. Bd., Afd. III, Nr. 1, p. 32) sicher eine mit *Treubiomyces* sehr nahe verwandte Naetrocymbee. Starbäck ist die Stellung des Pilzes ganz unklar geblieben, wie er selbst sagt, und er stellte ihn nur vorläufig (wegen der fleischigen Perithecien) zu den Hypocreaceen.

Ich bin sicher, daß noch mehrere Gattungen hierher gehören werden, was aber nur die Untersuchung der Originalexemplare wird zeigen können. Wahrscheinlich gehören verschiedene, als *Ophionectria*, *Pleonectria*, *Calonectria* usw. beschriebene Formen hierher. So halte ich *Pleonectria coffeicola* Zimm. (Zentralbl. für Bakt. u. Parasitenkunde, 1902, VIII. Bd., p. 183) für eine *Limacinula* ohne ausgebreitetes Subiculum. Auch verschiedene *Limacinia*- und *Capnodium*-Arten werden hierher gehören.

2. Eine mit *Limacinula diospyricola* (P. Henn.) v. H. nahe verwandte Form ist

Limacinula roseospora v. H. n. sp.

Fruchtkörper blattunterseits, locker herdenweise oder zerstreut, oberflächlich, leicht ablösbar, makroskopisch braunschwarz, matt, mit blassem, schmalem, anliegendem Randsaum, trocken scheibenförmig, in der Mitte genabelt, kreisrund, 260 bis 300 μ breit, 120 bis 160 μ dick, fleischig. Hyphendecke der Perithecien oben dünn, seitlich 20 bis 50 μ dick; oben kleinzellig parenchymatisch; Zellen braun, dünnwandig, polygonal, 4 bis 8 μ breit; Gewebe gegen den Rand plectenchymatisch-faserig, locker, allmählich in den bis 140 μ breiten, aus 3 bis 3·5 μ breiten, hyalinen oder blaß bräunlichen, unregelmäßig locker verflochtenen, zarten Hyphen bestehenden, dünn auslaufenden Randsaum übergehend, oben mit einem dünnen, schollig zerreißenden, unlöslichen, strukturlosen Überzug versehen, glatt und kahl. Perithecien niedergedrückt kugelig, weichfleischig, 120 bis 140 μ hoch, 160 bis 180 μ breit, mit 20 μ dicker Membran, die aus acht bis zehn Lagen von hyalinen,

zusammengepreßten, zartwandigen, 4 bis 7 μ breiten Zellen besteht.

Ostiolum flach, trocken eingesenkt, klein, mit deutlichen kurzen Periphysen. Paraphysen fehlen. Asci sitzend, breitkeulig, mit dicker, kaum sichtbarer, verschleimender Wandung, achtsporig, 85 bis 100 ≍ 20 bis 28 μ. Sporen parallel liegend, meist schwach bogig gekrümmt, zarthäutig, anfangs blaß rosa, später subhyalin, fast zylindrisch, in der Mitte wenig breiter, gegen die abgerundeten oder abgestumpften Enden wenig verschmälert, meist mit 13 bis 15 Querwänden, im mittleren Teile



Limacinula roseospora v. H. Der Pilz im Medianschnitte (150 : 1); ein Ascus (350 : 1); drei Sporen (400 : 1).

Gezeichnet vom Assistenten Josef Weese in Wien.

mit einer Längswand, an den Querwänden oft schwach eingeschnürt, 56 bis 80 ≍ 7 bis 8 μ, leicht in Stücke zerbrechend.

Auf der Unterseite lebender, ledriger, glatter, einfach gesägter Blätter eines Holzgewächses. São Leopoldo, Rio grande do Sul, Brasilien. Leg. P. Theyssen, 1908. Herbar Rehm.

Der Pilz, welcher vom Randsaum abgesehen keine Mycelentwicklung zeigt, macht ganz den Eindruck eines kleinen Stromas mit einem Perithecium. Das scheinbare Stroma besteht aber nur aus dem fast bis zum Ostiolum reichenden und die Perithecien einhüllenden Mycel, das hier auf dem Perithecium stärker entwickelt ist als bei *Limacinula diospyricola* (P. H.) v. H.

Jodlösung färbt die ziemlich stark anquellenden Asci sehr blaß rötlichviolett. Die Sporen zeigen einen reichlichen, ziemlich

homogenen Plasmainhalt. Selten sieht man in einzelnen der mittleren Sporenzellen zwei Längswände. Die Sporenmembran ist farblos, der Inhalt anfänglich sehr blaß rosa, schließlich blaß gelbbräunlich gefärbt.

3. Die nun zu besprechende *Phaeosaccardinula ficicola* (P. Henn.) (Engler, Bot. Jahrb. f. Systematik usw., 1907, 38. Bd., p. 114) ist ganz so wie die erstgenannte Typusart gebaut, aber dadurch ein interessantes Verbindungsglied zu *Limacinula samoënsis*, daß sich das Subiculum nicht bloß auf einen Randsaum und ein die Perithecien bis fast zum Ostiolum deckendes Gewebe beschränkt, sondern weit ausgebreitet ist und daher viele Perithecien entwickelt, aber noch keine Conidien *(Triposporium, Torula)* bildet. Daher stehen hier die Perithecien nicht isoliert, wie bei den beiden vorigen Arten, sondern auf graubraunen, meist scharf begrenzten, weit ausgebreiteten Flecken, die vom oberflächlichen Subiculum herrühren. Medianschnitte durch die Perithecien zeigen eine auffallende Ähnlichkeit mit jenen von *Limacinula samoënsis* v. H. (Fragmente zur Mykologie, 1909, VIII. Mitt., Nr. 379, Taf. I).

Namentlich ist der charakteristische Bau der Ostiola genau derselbe. Der Bau des Nucleus ist genau der gleiche. Die Unterschiede bestehen nur darin, daß das Gewebe zarthäutiger ist und daher die Perithecien fast fleischig erscheinen, und daß das Hyphengewebe fast bis zum Ostiolum reicht. Die etwa $60 \asymp 36\ \mu$ großen Asci sind eikugelig und unten plötzlich in einen kegeligen, $20 \asymp 8\ \mu$ großen Stiel verschmälert. Die zu 8 parallel liegenden Sporen sind keulig, zeigen bis 10 Querwände und eine unterbrochene Längswand, sie sind hyalin und bis $38 \asymp 8\ \mu$ groß. Paraphysen fehlen. Man sieht, daß der Pilz sowie auch der erste vom Autor wesentlich falsch beschrieben wurde.

Der Pilz hat *Limacinula ficicola* (P. H.) v. H. zu heißen.

4. Die große Verbreitung der Naetrocymbeen als epiphytische Blattpilze wird in auffallender Weise dadurch illustriert, daß auf denselben *Ficus*-Blättern, auf denen *Limacinula ficicola* (P. H.) v. H. wächst, noch zwei andere Vertreter derselben vegetieren, von denen der eine ganz unreif, der andere aber gut entwickelt ist und sich von *Limacinula* nur

durch die phragmosporen Sporen unterscheidet. Diese beiden Formen, welche ganz denselben *Limacinula*-Perithecienbau zeigen, sind nun dadurch von besonderem Interesse, daß ihr ausgebreitetes Subiculum *Triposporium*-Conidien entwickelt und so die Verbindung mit *L. samoënsis* herstellt. Sie beweisen, daß das oben Gesagte richtig ist.

Dieser Pilz mit den phragmosporen Sporen gehört sicher in die Gattung *Zukalia* Saccardo 1891 (Syll. Fung. IX., p. 431). Als Typus derselben muß *Z. loganiensis* Sacc. et Berl. gelten, da diese Art als erste in der Gattung angeführt ist. Saccardo sagt zwar, daß *Zukalia* eine hyalinsporige *Meliola* ist. Dies ist aber nach der Beschreibung der Typusart nicht der Fall.

In der Tat zeigte mir die Untersuchung des Originalexemplars von *Zukalia loganiensis*, das ich der Güte des Herrn Professors P. A. Saccardo verdanke, daß der Pilz eine ganz typische Naetrocymbee ist. Das Exemplar zeigte zwar nur unreife Perithecien, allein der ganze Bau des Pilzes ist der einer *Limacinula*. Das Subiculum ist rauchgraubräunlich, sehr dünn, fest angewachsen und weit ausgebreitet, ohne Conidien und Hyphopodien. Auf demselben sitzen in großer Menge herdenweise die meist ganz unreifen, zum Teil halbreifen bis 120 μ breiten Perithecien. Das Subiculum wächst blattoberseits und besteht aus dünnwandigen, violettbräunlichen, gerade verlaufenden, senkrecht oder wenig schief, oft gegenständig verzweigten 4 bis 5·5 μ breiten, sich nach allen Richtungen kreuzenden Hyphen, deren durch sehr zarte Querwände getrennte Glieder 12 bis 20 μ lang sind und einen reichlichen, körnigen, violettbräunlichen Inhalt, in der Nähe der Perithecien auch größere Öltröpfchen, zeigen.

Stellenweise sind die Hyphen an den Querwänden etwas eingeschnürt. Um die flachkugeligen, schwärzlichen, weichen, fast fleischigen, am Rande allmählich in das Subiculum übergehenden Perithecien herum ist das Subiculum membranartig entwickelt, da zwischen den braunen derberen Haupthyphen zarte hyaline und subhyaline auftreten, welche die Räume zwischen den Haupthyphen ausfüllen. Die Perithecienmembran besteht aus weichen, dünnwandigen, rundlich-polygonalen Zellen. Oben befindet sich ein flaches, deutliches, rundes, etwa

10 bis 12 μ breites Ostiolum, das innen kurze Radiärhyphen zeigt. Die angegebenen Borsten waren an den Perithecien nicht zu sehen. Die unreifen Asci sind sitzend, keulig, weich, oben bis 8 μ gelatinös-dickwandig und 40 ≍ 11 μ groß. Sporen noch nicht entwickelt. Paraphysen fehlend. Man ersieht aus diesen Angaben, daß der Pilz eine typische Naetrocymbee und daher die in Rede stehende Form eine *Zukalia* ist, die ich nenne:

Zukalia transiens v. H. n. sp.

Perithecien flachkugelig, matt schwarz, trocken etwas einsinkend, 200 bis 250 μ breit, von einem schmalen, weißlichen Hof umgeben, der allmählich in das kaum sichtbare, aus mehreren Lagen von hyalinen, verzweigten, sich schief kreuzenden, 2 bis 4 μ breiten, sehr zartwandigen Hyphen bestehende Subiculum übergehend, auf dem die Perithecien zerstreut sitzen. Am Subiculum sehr spärlich, blaß violettbraune, dreistrahlige, sehr verschieden große *Triposporium*-Conidien sitzend. Perithecienmembran weichfleischig, violettbräunlich, deutlich großzellig. Zellen polygonal, zartwandig, 8 bis 12 μ breit, um das kleine rundliche Ostiolum kleiner werdend; Peritheciumgewebe am Rande allmählich in das Subiculum übergehend. Paraphysen fehlend. Asci spindelig-keulig, zartwandig, oben verschmälert und mäßig dickwandig, unten in einen 20 μ langen, dicken Stiel übergehend, 80 bis 100 ≍ 16 μ. Sporen zu 8, hyalin, zylindrisch, meist etwas verbogen, an den Enden scharf spitz, zartwandig, 42 bis 76 ≍ 4 μ, mit 9 bis 13 Querwänden, an diesen nicht eingeschnürt.

Auf Blättern von *Ficus* sp., Afrika, Ost-Usambara, Amani, leg. Zimmermann 1903.

Eine interessante Form, die ganz hypocreaceenartig aussieht, aber durch den Bau der Perithecien und die *Triposporium*-Conidien sich als Naetrocymbee verrät.

Naetrocymbeen v. H.

Perithecien ganz oberflächlich, niedergedrückt kugelig, oben flach, mit rundlichem (oft undeutlichem), von senkrecht stehenden Hyphen begrenztem Ostiolum; Perithecienmembran

aus dünnwandigen, meist offenen Zellen und Hyphen bestehend, weich, oft fleischig, kahl oder beborstet, meist dick. Subiculum aus blaßbraunen bis subhyalinen zartwandigen Hyphen, mit länglichen an den Enden oft abgerundeten Gliedern bestehend, an den Perithecien mehr weniger hinaufsteigend und dieselben mehr weniger einhüllend, oft nur als Randsaum der Perithecien auftretend, oder meist weit ausgebreitet, ohne Hyphopodien, oft *Triposporium*-Conidien bildend, manchmal in ein derbwandiges pycnidentragendes Hyphensystem übergehend, und *Torula*-Conidienketten bildend. Paraphysen fehlend. Asci gelatinös-weichwandig. Sporen meist vielzellig, hyalin oder gefärbt.

Die Naetrocymbeen sind eine Sphaeriaceenfamilie, die aber, wenn das conidientragende Mycel gut entwickelt ist, was aber nicht immer der Fall ist, den Habitus von Capnodiaceen haben. Von diesen unterscheiden sie sich völlig durch den Bau der Perithecien. Diese sind stets abgeflacht kugelig und haben immer ein Ostiolum, das von oben gesehen oft undeutlich oder nicht sichtbar ist, an Medianschnitten jedoch immer hervortritt und eine charakteristische Struktur hat. Es wird von senkrecht stehenden, oben stumpfen, parallel verwachsenen Hyphen begrenzt. Die Perithecien sind niemals knorpelig-zähe, sondern aus zartwandigen, meist großzelligen Elementen aufgebaut, daher weich, leicht schneidbar, oft mehr minder fleischig. Die Perithecien sind unten breit abgerundet und nie gestielt. Sehr charakteristisch ist das Mycel, das in drei Formen auftreten kann, von welchen nur die eine, das die Perithecien umgebende Perithecialmycel, stets vorhanden ist. Dieses besteht aus meist blaßbräunlichen bis hyalinen, gerade verlaufenden, zartwandigen, anfänglich meist mit vielen Öltröpfchen versehenen Hyphen, deren Glieder an den Enden abgerundet sind. Sie sind stark verzweigt und membranartig verwachsen. An diesem Perithecialmycel erscheinen oft zartwandige mehrstrahlige *Triposporium*-Conidien. Wenn dieses Mycel gut entwickelt ist, so kann es (entfernt von den Perithecien) in ein derbwandiges, aus zylindrischen Gliedern bestehendes, daher an den Querwänden nicht eingeschnürtes, dunkler gefärbtes Mycel allmählich übergehen, an dem eiförmige Pycniden entstehen

(Pycnidenmycel). Dieses Mycel kann endlich in ein *Torula*-Mycel übergehen. Die Hauptmerkmale der Naetrocymbeen liegen in dem höchst charakteristischen Bau der Perithecien, des Nucleus und des Perithecialmycels.

Die Naetrocymbeen sind eine ganz natürliche Familie, die sich aber wie alle natürlichen Gruppen nicht mit wenigen Worten charakterisieren läßt, im Gegensatze zu den künstlichen Abteilungen.

Ihre Vertreter stehen heute in den verschiedensten Abteilungen der Pyrenomyceten, zum größten Teile jedenfalls falsch beschrieben; es muß daher der Untersuchung zahlreicher Originalexemplare überlassen werden, sie zusammenzusuchen.

Vorläufig sind hierher zu rechnen die Gattungen *Naetrocymbe* Körb., *Limacinula* Sacc., *Zukalia* Sacc., *Malmeomyces* Starbäck und *Treubiomyces* v. H.

612. Hypomycopsis linearis (Rehm) P. Henn.

Der Pilz wurde von Rehm als *Hypomyces linearis* beschrieben (Hedwigia, 1900, 39. Bd., p. 223, Fig. 7). Dann stellte Hennings (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 86) für denselben die Gattung *Hypomycopsis* auf. Nach Rehm ist ein fremdes Stroma vorhanden, auf dem die Perithecien parasitisch sitzen. Nach Hennings ist ein Stroma vorhanden, das zum Pilze gehört, der vielleicht eine Dothideacee ist. Die Untersuchung des Originalexemplars zeigte mir, daß ein Stroma fehlt.

Der die Stengel infizierende Pilz dringt mit seinen Hyphen bis zum Cambium vor und stört dieses in seiner Tätigkeit. Dieses bildet an der Infektionsstelle kein Holz mehr aus, daher der Holzkörper daselbst am Querschnitte außen eingebuchtet erscheint. Hingegen bildet nun das Cambium nach außen eine mächtige aus großen, in radialen Reihen angeordneten Parenchymzellen bestehende Gewebemasse aus, durch welche das darüberliegende primäre Gewebe hinausgedrängt wird, es entsteht ein Längsspalt in der Epidermis und das neugebildete Gewebe tritt in Form eines flachen, 1 bis 3 *cm* langen, 1 bis 3 *mm* breiten, in der Mitte eine Längsfurche zeigenden Wulstes zu Tage. Auf der Außenfläche dieses Wulstes entstehen nun dicht

gedrängt die rundlich-eiförmigen, ziemlich derbwandigen, aus etwa 4 bis 5 μ großen Parenchymzellen aufgebauten, etwa 90 bis 120 μ großen Perithecien. Diese haben ein kleines sich zuletzt bis auf 30 μ Breite erweiterndes Ostiolum. Der Nucleus besteht nur aus etwa 5 bis 6 schmal birnförmigen 40 ≍ 17 μ großen Asci. Diese sind oben abgerundet und dickwandig, unten bauchig, ohne Spur eines Stieles. Sie enthalten etwa dreireihig angeordnet 8 hyaline, längliche, an der in der Mitte stehenden Querwand nicht eingeschnürte, zweizellige, 16 ≍ 4·5 μ große Sporen. Man sieht, daß der Pilz nichts anderes als eine eigentümliche an den krautigen Stengeln krebsartige Geschwülste erzeugende *Sphaerella* ist, die *Sphaerella linearis* (Rehm) v. H. genannt werden muß. So wie *Nectria galligena* Bres. (nicht wie immer angegeben wird *N. coccinea* P. [= *N. ditissima* Tul.]) im Gegensatze zu den anderen *Nectria*-Arten Krebsgeschwülste erzeugt, so zeigt auch *Sphaerella linearis* eine ganz andere Lebensweise als die anderen Arten der Gattung.

613. **Dimerosporiopsis Engleriana** P. Henn.

Hedwigia, 1901, 40. Bd., p. (173).

Ist nach dem Originalexemplar in Rabh.-Pazschke, Fungi eur. Nr. 4260 eine typische *Antennularia* Reichb. (= *Antennaria* Link. = *Coleroa* Rabh.), die der *A. ericophila* (Link) v. H. (= *Coleroa Straussii* [Sacc. et R.] v. H.) sehr nahe steht. Siehe Fragmente zur Mykologie 1909, VIII. Mitt., Nr. 356 und 379 in diesen Sitzungsber., mathem.-naturw. Kl., 118. Bd., Abt. I, p. 1161 und 1195).

614. **Diplodiopsis tarapotensis** P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 386, c. Icon.

Wird vom Autor als stromatische Sphaeropsidee beschrieben, die mit *Chaetodiplodia* und *Botryodiplodia* verwandt sein soll.

Ist jedoch nach dem Originalexemplar eine mit *Amphisphaeria* und *Gaillardiella* verwandte Sphaeriacee.

Die Perithecien sitzen herdenweise, einzeln oder in kleinen Gruppen oder kurzen Reihen auf der Blattoberseite. Sie stehen

einzeln auf einem sich in der Epidermis entwickelnden, schwarzen, etwa 75 μ breiten, 30 μ dicken Hypostroma. Dieselben sind kugelig, etwas rauh, mattschwarz und sinken zuletzt stark ein. Oben ist ein kleines untypisches Ostiolum, das zuletzt sich durch Ausbröckeln stark erweitert. Die Membran der 300 bis 400 μ breiten Perithecien ist violett-kohlig, 50 bis 60 μ dick und besteht aus 5 bis 6 Lagen von dünnwandigen schwärzlichvioletten, offenen, bis 16 μ breiten Zellen. Asci und Paraphysen bereits aufgelöst. Sporen bräunlichviolett, zweizellig, meist etwas gekrümmt, beidendig kegelig-verschmälert, abgerundet, in jeder Zelle ein großer Öltropfen, an der Querwand stark eingeschnürt, 24 bis 28 ≍ 8 bis 9 μ. Die obere Zelle ist oft etwas breiter und kürzer als die untere.

Schon die Form derselben zeigt, daß es sich um Ascus- und nicht um Stylosporen handelt. Auf den Perithecien sitzen hie und da violettbräunliche, 2 bis 3 μ breite, glatte, septierte Hyphen.

Der Pilz kann als *Amphisphaeria* aufgefaßt werden. Unterscheidet sich jedoch davon durch das kleine eingewachsene Hypostroma.

Gaillardiella Pat. soll weiche, ganz oberflächliche Perithecien haben.

Diplodiopsis kann als Gattung vorläufig erhalten bleiben, ist aber wenig charakteristisch und läßt sich nach dem ganz überreifen Originalexemplar nicht vollständig kennzeichnen.

Noch sei bemerkt, daß die Perithecien sich sehr leicht samt dem Hypostroma vom Blatte ablösen und ein kleines helles Grübchen hinterlassen, in dem das Hypostroma saß. Die gemachten Angaben beruhen auf dem Originalexemplar in E. Ule, Mycoth. brasil. Nr. 90.

615. Rhopographus (Rhopographella) Gynerii P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 369 c. Icon.

Der Pilz hat nach dem Originalexemplar mit *Rhopographus* gar nichts zu tun. Er ist ganz so gebaut wie *Leptosphaeria arundinacea* (Sow.) (siehe Winter, Pyrenomyceten in Rabh., Krypt. Fl., II. Aufl., p. 448), d. h. es sind mehr minder zahlreiche Perithecien durch ein wenig entwickeltes, stellenweise fehlendes

Stroma miteinander verbunden. Daher kann man den Henningsschen Pilz als *Metasphaeria Gynerii* (P. H.) v. H. bezeichnen. Wollte man ihn, wie dies auch bei *Leptosphaeria arundinacea* durch Niessl geschehen ist, als stromatischen Pilz betrachten, so müßte er *Calospora Gynerii* (P. H.) genannt werden.

Der Pilz bricht auf beiden Blattseiten gleichzeitig hervor, dabei ist aber der mittlere Teil des Blattquerschnittes frei von denselben. Zu *Monographus* kann der Pilz auch nicht gestellt werden.

616. **Holstiella usambarensis** P. Henn.

A. Engler, Die Pflanzenwelt Ostafrikas. Berlin, 1895, Teil C., p. 33.

Der Autor beschreibt oberflächliche Stromata und hält den Pilz für mit *Calospora* verwandt.

Das Originalexemplar zeigte mir, daß sich auf der glatten Rinde gelbbräunliche, zuletzt glänzendschwarze, polsterförmige, scharf begrenzte, 0·5 bis 4 *mm* breite, *Hypoxylon*-ähnliche Warzen vorfinden, in denen sich 5 bis 30 kugelige Perithecien mit derber kohliger Wandung befinden. Das Gewebe dieser Pölster gehört ganz der Rinde an. Stromagewebe fehlt völlig. Die spindelförmigen hyalinen Sporen zeigen 12 bis 13 Zellen und sind mit einer 3 μ dicken Schleimhülle versehen. Die zahlreichen dünnfädigen, langen Paraphysen sind oben netzig verbunden. Der Pilz ist nichts anderes als eine *Massarina* mit in dichten Gruppen stehenden Perithecien, welche die Rinde polsterförmig vorwölben. Durch die Sporenform nähert er sich der Gattung *Saccardoëlla*.

Der Pilz hat *Massarina usambarensis* (P. Henn.) v. H. zu heißen.

617. **Pseudotthia Vaccinii** P. Henn. et E. Nym.

Monsunia, 1899, I, p. 69, Taf. V, Fig. 13.

Ist von *Otthia* nach Hennings' Angaben nicht verschieden. Indessen zeigte die Untersuchung eines Exemplares, daß *Pseudotthia* eine eigentümliche Nebenfruchtform (*Strumellopsis* v. H.) besitzt, die bei *Otthia* fehlt und mit Berück-

sichtigung welcher *Pseudotthia* als schwache Gattung erhalten bleiben kann (Fragmente zur Mykologie, 1909, VII. Mitt., Nr. 304 und 349).

618. Baumiella caespitosa P. Henn.

In H. Baum, Bericht der Kunene-Zambesi-Expedition, Kolonialwirtschaftliches Komitee, Berlin 1902, p. 165.

Der Pilz wird vom Autor mit *Trematostoma*, *Winterina* und *Bertia* verglichen, ist aber nach dem Originalexemplar eine neue typische Cucurbitariaceengattung.

Derselbe tritt dicht herdenweise auf braunen, rundlichen, allmählich blaß verlaufenden, meist 8 bis 15 *mm* breiten Flecken blattoberseits auf. In der Epidermis und wenig darunter entsteht ein kleines braunes Stroma, das aus senkrechten Reihen von dünnwandigen, gestreckten, braunen Zellen besteht. Dieses bricht, die Außenwand der Epidermiszellen aufreißend, hervor, vergrößert sich etwas und bildet nun oberflächlich in dichten Rasen stehende Perithecien aus. Diese Rasen sind 200 bis 500 μ breit und enthalten etwa 5 bis 12 Perithecien, die oft zum Teile miteinander verwachsen. Perithecien eikugelig, nach unten etwas verschmälert, schwarzbraun, rauh, oben mit kleiner kegeliger Mündungspapille, 100 bis 180 μ hoch, 100 bis 150 μ breit. Wandung 20 μ dick, aus drei bis vier Lagen von wenig zusammengepreßten, 8 bis 10 μ breiten, polygonalen Zellen bestehend. Die Asci sind spindelig-keulig, oben dickwandig, unten in einen kurzen Stiel allmählich verschmälert, in der Mitte bauchig, 65 bis 84 ≈ 20 bis 25 μ, achtsporig. Sporen zwei- bis dreireihig, hyalin, länglich-zylindrisch, an den Enden abgerundet, an den ein bis drei Querwänden nicht eingeschnürt, mäßig derbwandig, mit reichlichem Plasmainhalt, 24 bis 42 ≈ 7 bis 9·5 μ. Paraphysen fädig, verschmelzend.

Der Pilz ist eine blattbewohnende *Cucurbitaria* mit hyalinen (im Alter anormal blaßbräunlichen) quergeteilten Sporen.

Noch sei bemerkt, daß in einzelnen Perithecien Pycniden einer *Diplodia* eingeschlossen sind, die darin schmarotzen.

619. Hypoxylonopsis Hurae P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 256 c. Icon.

Wird vom Autor als Dothideacee betrachtet und mit verschiedenen Gattungen verglichen. Ist nach dem Originalexemplar eine typische *Valsaria* mit stark entwickeltem, ziemlich weichem Stroma, das durch das Periderm hervorbricht und der *Valsaria rubricosa* (Fries) nahe steht. Das Stromagewebe ist blaß und besteht zum größten Teil aus verflochtenen, zartwandigen, 5 bis 8·5 μ breiten Hyphen, die einen homogenen, glänzenden Inhalt haben und leicht in ihre Zellen zerfallen. Die dunkelbraunen Sporen sind breitelliptisch, meist 14 bis 16 ≍ 8 bis 8·5 μ breit und dicht körnigrauh, fast feinnetzig. Die Perithecienmembran ist gut entwickelt und 20 μ dick.

Der Pilz hat *Valsaria Hurae* (P. H.) v. H. zu heißen und ist wahrscheinlich schon beschrieben. In der Tat scheint *Myrmaecium hypoxyloides* Rehm dem Pilze zum mindesten sehr nahe zu stehen, wie Theyssen auseinandersetzt (Ann. mycol., 1909, VII. Bd., p. 343).

620. Rhopographella Gaduae P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 257 c. Icon.

Nach dem Originalexemplar sind die Angaben des Autors, daß die Ostiola halbkugelig, die Perithecien fast kugelig, die Sporen mit Anhängseln versehen und etwas bläulich sind, falsch.

Der Pilz hat mit *Rhopographus*, zu welcher Gattung er als Sektion gestellt wird, gar nichts zu tun, sondern ist eine typische *Calospora* mit langgestreckten Stromaten. Auf diese Form der Stromata ist gar kein Gewicht zu legen, da sie nur eine Folge der festen, parallelfaserigen Beschaffenheit des Nährsubstrates ist.

Die Stromata sind unter die hypodermalen Faserbündel eingesenkt, bis 3 *mm* breit und einige Zentimeter lang; sie brechen schließlich mehr minder hervor, sind aber oben stets

noch von den Faserbündeln stellenweise bedeckt. Die äußere Kruste der Stromata ist zerrissen-rauh, bis 160 μ dick, kohlig, opak und außen stellenweise mit glatten oder rauhen, bis 40 ≍ 3 bis 4 μ großen, braunen, stumpfen, septierten, abstehenden oder etwas verfilzten Haaren bedeckt. Das innere Stromagewebe ist blaß oder weiß, weich und besteht aus 1·5 bis 2 μ breiten, hyalinen, dicht verflochtenen Hyphen. In dem bis fast 1 *mm* dicken Stromagewebe sind oft Gewebebestandteile des Nährsubstrates eingeschlossen. Im Stroma sitzen unmittelbar unter der Kruste die 500 bis 700 μ hohen, 300 bis 400 μ breiten, urnenförmigen Perithecien, die oben mit einem kohligen, opaken, 200 bis 240 μ langen, 180 μ dicken Schnabel herausragen, dessen Kanal oft bauchig erweitert, mit zahlreichen langen Periphysen ausgekleidet ist und ein rundliches, etwa 20 μ breites Ostiolum zeigt. Die im weichen Stroma eingebetteten Teile der Perithecien zeigen eine weiche, blasse oder hellbräunliche, 25 μ dicke Membran, die aus vielen Lagen von zusammengepreßten Zellen besteht und allmählich in das Stromagewebe übergeht. Der Nucleus besteht aus zahlreichen, die Asci überragenden, 1 bis 1·5 μ dicken, im Schleim eingebetteten, fädigen Paraphysen und achtsporigen, keuligen oben abgerundeten, bis 4 μ dickwandigen, unten allmählich kurzstielig verschmälerten, 120 bis 140 ≍ 14 bis 17 μ großen Asci. Die Sporen liegen eineinhalb bis zweireihig, sind hyalin, meist sechszellig, zartwandig, an den Querwänden sehr wenig eingeschnürt, an den Enden abgerundet, außen mit dünner Schleimhülle, aber stets ohne Anhängsel an den Enden, meist 32 bis 34 ≍ 5 bis 6 μ. Zwischen den Asci finden sich meist noch dickere, zellig gegliederte Fäden, die an der Spitze einzeln oder in Ketten stehende, kugelige oder eiförmige, hyaline, meist einzellige oder auch zweizellige, derbwandige, 7 bis 34 μ große Conidien (?) bilden, die mit den Sporen ausgestoßen werden. Diese anscheinend anormalen Gebilde können auch als Chlamydosporen gelten.

Vergleicht man den Pilz, der *Calospora Gaduae* (P. H.) v. H. zu heißen hat, mit *Rhopographus Pteridis*, so erkennt man die völlige Verschiedenheit beider.

621. Pseudotrype Rehmiana P. Henn.

Monsunia, Leipzig 1899, I, p. 66, Taf. V, Fig. 9.

Der Pilz wird zu den Hypocreaceen gestellt, soll jedoch durch die Asci und Sporen den Diatrypaceen näher stehen.

Die Angabe, daß Paraphysen vorhanden sind, ist unrichtig. Der Pilz hat in mehreren Lagen übereinanderstehende, sehr langstielige Asci ohne Paraphysen und ist eine ganz typische, hervorbrechende *Eutypella*. Er hat *Eutypella Rehmiana* (P. H.) v. H. zu heißen.

622. Pilgeriella perisporioides P. Henn.

Hedwigia, 1900, 39. Bd., p. (137).

Der Pilz wird von Hennings als Trichosphaeriacee betrachtet, ist aber nach dem Originalexemplar eine ganz oberflächlich wachsende *Botryosphaeria* mit Pseudosphaeriaceen-Stromaten und dünnem Hypostroma. Die von Hennings als Perithecien beschriebenen Fruchtkörper sind typische Stromata, wie sie bei manchen *Botryosphaeria*-Arten auftreten (siehe Fragmente zur Mykologie, 1909, VII. Mitt., Nr. 311).

Der Pilz bildet auf beiden Seiten von *Loranthus*-Blättern schwarze, matte, rundliche, 2 bis 5 *mm* breite, zerstreute Flecke, auf denen die kleinen Stromata dichtrasig sitzen. Er zeigt ein oberflächliches, großzellig parenchymatisches Hypostroma, das nur aus ein bis drei Lagen von Zellen besteht; auf demselben und am Rande dieses Hypostromas sitzen braune, gerade, verzweigte, 8 bis 12 μ breite Hyphen, die hie und da keulige, braune, zwei- bis dreizellige, oben und unten stumpfe, oben breitere, 90 bis 100 $\asymp$ 28 bis 35 μ große Conidien tragen. Die dichtstehenden peritheciumähnlichen Stromata sind oben flach, meist etwas höher als breit, mit wenig verschmälerter Basis am Stroma sitzend und bis 360 μ hoch und breit. Sie sind fast kugelig oder etwas kurzzylindrisch und zeigen keine Spur eines Ostiolums. Der einzige Scheinloculus wird oben durch Abbröckeln des Gewebes geöffnet. Das Stromagewebe besteht aus 20 bis 30 μ großen, offenen, kohligen Parenchymzellen, welche oben kleiner sind. An der Basis ist das Stromagewebe

etwa 70 μ, seitlich zirka 35 μ dick und besteht hier aus drei bis vier Lagen von schwarzbraunen Zellen, denen sich innen noch mehrere Schichten von flachgepreßten, hyalinen Zellen anschließen.

Die Asci sind dickwandig, Wandstärke oben bis 9 μ. Sie sind dickkeulig, oben abgerundet, unten rasch in einen kurzen, dünnhäutigen Stiel verschmälert. Sie enthalten schief ein- bis zweireihig acht derbwandige, hyaline, längliche, meist gerade, einzellige mit reichlichem grobgranuliertem Inhalt versehene, an den Enden abgerundete, 60 bis 68 ≍ 22 bis 28 μ große Sporen. Echte Paraphysen fehlen völlig, dagegen sind die Asci meist durch dünne Gewebeplatten voneinander getrennt, die aus hyalinen, rundlichen, 10 bis 20 μ großen Zellen bestehen und die leicht in ihre Elemente zerfallen.

Nach ihrer Entleerung werden die 170 bis 240 ≍ 50 bis 60 μ großen Asci zylindrisch, verlängern sich bedeutend und ihre Wandung wird bis 20 μ dick.

Wenn die Gattung *Pilgeriella* aufrecht erhalten würde, könnte *Botryosphaeria anceps* v. H. (l. c.) dazugerechnet werden.

623. Engleromyces Götzei P. Henn.

Engler's Bot. Jahrb. für Systematik usw., 1901, XXVIII. Bd., p. 327.

Ich halte die Gattungen *Glaziella* Berk. 1879, *Sarcoxylon* Cooke 1883, *Thümenella* P. et Sacc. 1897, *Entonaema* A. Möll. 1901, *Engleromyces* P. Henn. 1901 und *Xylocrea* A. Möll. 1901 für zusammengehörig.

Glaziella ist zwar nur ganz unreif bekannt; es ist mir jedoch nicht zweifelhaft, daß *Entonaema* damit identisch ist. *Thümenella* hat kugelige Sporen, allein auch bei manchen Xylarieen kommen fast kugelige Sporen vor. Der Umstand, daß *Glaziella* und *Entonaema* innen hohl sind, ist auch ohne Bedeutung, denn es gibt auch hohle *Xylaria*-Arten, die fast fleischig sind, z. B. *X. gigantea*. Zwischen *Engleromyces*, *Xylocrea* und *Sarcoxylon* finde ich gar keinen wesentlichen Unterschied. Die von Hennings angeführten Unterschiede von *Engleromyces* und *Sarcoxylon*, wie die Mehrreihigkeit der Perithecien, sind ohne Bedeutung, da mehrreihige Perithecien

auch bei *Hypoxylon*-Arten vorkommen. Siehe auch Theyssen's Bemerkungen in Annales mycol., 1909, VII. Bd., p. 5.

Wollte man diese Gattungen nebeneinander aufrecht erhalten, so müßte man folgerichtig die Gattung *Xylaria* in eine ganze Reihe von Gattungen zerlegen.

Für mich gehören die Pilze obiger Gattungen zu den Xylarieen, trotz der hellen, fleischigen Beschaffenheit einzelner derselben, da sie nur bei den Xylarieen ihren natürlichen Anschluß finden, während sie bei den Hypocreaceen isoliert stehen. Übrigens haben, soweit bekannt, alle dunkle Perithecien.

624. Xylariodiscus dorstenioides P. Henn.

Hedwigia, 1899, 38. Bd., p. (63) c. Icon.

Die Perithecien sind nach dem Originalexemplar nicht fast frei, sondern in der Mitte der Scheibe ganz eingesenkt, und nur am Rande derselben scheinbar frei. Das Gewebe des Pilzes ist nicht brüchig-kohlig, sondern zäh-lederig. Die Perithecien sind eikugelig und zeigen oben eine glänzende, kegelige, gut abgesetzte Mündungspapille. Das Gewebe, in welchem die Perithecien eingesenkt sind, ist weißlich und fleischig. Auch das Gewebe der Perithecien ist dünnwandig und nie kohlig.

Die Gattung *Xylariodiscus* hat keine Berechtigung, da die Form der Fruchtkörper bei *Xylaria* eine höchst mannigfaltige ist und es nicht angeht, für jede dieser Formen Gattungen aufzustellen. Siehe auch Theyssen's Bemerkungen in Ann. myc., 1908, VI. Bd., p. 535.

625. Mölleroclavus Penicilliopsis P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 15.

Der Pilz ist auch von A. Möller in Phycomyc. und Ascomyc., Jena 1901, p. 243 c. Icon., beschrieben und abgebildet worden. Ist ein unreifer Entwicklungszustand höchstwahrscheinlich einer *Xylaria*-Art, dessen Conidienstroma anders verzweigt ist als bei den bisher bekannten sicheren *Xylaria*-Arten. Seine Bezeichnung als eigene Gattung hat keinen

Zweck, da auch die Conidienstromata der übrigen *Xylaria*-Arten nicht besonders benannt sind.

626. Stilbohypoxylon Mölleri P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 16.

Dasselbe Exemplar ist auch in A. Möller, Phycomyc. und Ascomyc., Jena 1901, p. 243, Taf. VIII, Fig. 107 *a* beschrieben und abgebildet.

Ich fand auf dem kümmerlichen Originalexemplar kugelige Perithecien mit kohlig-brüchiger Wandung, die außen warzig-borkig rauh sind. Diese Perithecien sind überreif und bereits entleert. Sie haben einen oft verkrümmten Schnabel, der einen deutlichen Kanal an Querschnitten erkennen läßt. Von einer Stromasubstanz ist nichts zu sehen. Es liegen nur einfache Perithecien vor. In diesen befinden sich, und zwar in jedem nur ein weichfleischig-häutiges, plectenchymatisch-faseriges, blasses Perithecium, das sich leicht herauslösen läßt, eingeschlossen und völlig unreif ist. Von diesem eingeschlossenen Perithecium können durch den Schnabel Hyphen hinauswachsen. Diese Hyphen werden den von mir nicht gesehenen *Stilbum*-artigen Conidienpilz an der Spitze des Schnabels bilden, den Möller und Hennings beschreiben.

Nach dem Gesagten halte ich den Pilz für eine entleerte Ceratosphaeriacee, die von einer Hypocreacee parasitisch oder saprophytisch befallen ist. Ähnliche in kohligen Perithecien wohnende Hypocreaceen sind bereits mehrfach bekannt (*Passerinula candida* Sacc., *Debaryella hyalina* v. H., *Charonectria biparasitica* v. H.).

Da das Originalexemplar ganz unbestimmbar ist und jedenfalls mit *Hypoxylon* oder *Xylaria* sicher nichts zu tun hat, muß die Gattung *Stilbohypoxylon* ganz gestrichen werden, wenn man sie nicht auf den Conidienpilz beschränken will, über den jedoch keine Klarheit zu gewinnen ist, da er von Hennings anders als von Möller beschrieben wird. Er wird übrigens nur eine *Stilbella* sein.

Stilbohypoxylon Rehmii Theyss. (Ann. mycol., 1908, VI. Bd., p. 344) ist hingegen eine *Xylaria* mit sehr stark reduziertem

kugeligem Stroma, das nur ein paar Perithecien enthält und so wie viele *Xylaria*-Arten mit einer conidienbildenden Spitze endigt. Der Pilz paßt vollkommen in die Gattung *Xylaria* und muß *X. Rehmii* (Theyss.) v. H. genannt werden. So nach einem untersuchten Originalexemplar.

Xylaria Rehmii ist ganz so gebaut wie *X. Tulasnei* N., nur daß der Stiel des Stromas bei letzterer Art lang, bei ersterer ganz kurz ist. Vergleicht man die Abbildung der *X. Tulasnei* in Tulasne, Select. Fung. Carp., 1863, II. Bd., Taf. II, Fig. 1 bis 28, so erkennt man dies ohne weiteres.

Selbst wenn sich meine Untersuchungsergebnisse des Originalexemplars von *Stilbohypoxylon Mölleri*, die infolge der Sterilität desselben keine absolut sicheren sein können, bei Prüfung besserer Stücke als nicht stichhaltig erweisen sollten, müßte die Gattung *Stilbohypoxylon* doch gestrichen werden, da es sich dann nach dem über *St. Rehmii* Gesagten nur um eine typische *Xylaria* handeln könnte, was mir aber ganz unwahrscheinlich ist.

627. Pseudomelasmia Lauracearum (P. Henn.).

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 115.

Ist nach dem Originalexemplar eine *Phyllachora*.

Die Stromata sind flach, beiderseits sichtbar, oben schwarz, schwach glänzend, etwas chagriniert, meist 3 bis 5 *mm* breit, unregelmäßig rundlich und von einem braunen, dunkler und erhaben berandeten, 1 bis 2 *mm* breiten Saum umgeben, unten nur in Form eines dunkelbraunen Fleckes sichtbar. Die Loculi entwickeln sich unter der Palissadenzellschichte, ragen oben nur wenig halblinsenförmig vor und haben ein kleines rundliches Ostiolum. Aus fast flacher oder konvexer Basis sind sie nach oben kegelförmig, 180 bis 220 μ breit und 150 bis 160 μ hoch. Ihre Wandung ist weich, blaß. Asci keulig, dünnwandig, unten mit $15 \asymp 5$ bis 6 μ großem Stiel, oben abgerundet, 50 bis $65 \asymp 12$ bis 16 μ. Sporen zweireihig, hyalin, breit elliptisch, zartwandig, einzellig, 9 bis $10 \asymp 5$ bis 6 μ. Paraphysen und Periphysen fädig.

Der Pilz muß *Phyllachora Lauracearum* (P. H.) v. H. genannt werden. Da in *Phyllachora*-Stromaten meines Wissens niemals Loculi mit zweizelligen Conidien vorkommen, muß Hennings' Angabe falsch sein und die Gattung *Pseudomelasmia* völlig gestrichen werden. Am Originalexemplar sind solche Sporen nicht zu finden.

628. Sirentyloma Salaciae (P. Henn.).

Hedwigia, 1895, 34. Bd., p. 319.

Der Pilz wurde zuerst vom Autor als Ustilaginee erklärt, später aber (Sacc., Syll. Fung., XVI., p. 377) als Hyphomycet betrachtet. Derselbe ist aber das *Ectostroma*-artige Stroma eines Pyrenomyceten, der vorläufig am besten als *Phyllachora* angesehen wird und *Phyllachora Salaciae* (P. Henn.) v. H. genannt werden muß.

Der Autor hat die Hyphenglieder des Stromagewebes für Sporen gehalten und die im Stroma eingelagerten, zum Teil wie es scheint reifen Perithecien übersehen. Die Hyphen des Stromas sind kurzgliederig. Die Hyphenzellen sind braun, derbwandig, polyedrisch, etwa 6 bis 8 μ groß und mit in der Mitte zu einem festen Ballen zusammengezogenem Inhalt. Sie füllen fast sämtliche Zellen des Blattquerschnittes aus. Auf der Blattunterseite treten sehr locker stehend im Stroma ganz eingesenkte Perithecien auf, welche deutliche, fädige, 1 μ breite, verschleimende Paraphysen und zahlreiche Periphysen im kurzen Halse, der mit einem rundlichen Ostiolum endigt, besitzen. Die Perithecien sind rundlich, oben konisch oder mit kurzem Halse, bis 150 μ hoch und 160 μ breit. Die Perithecienmembran ist derb und besteht aus schwarzbraunen, kaum zusammengepreßten, etwa 6 μ großen Parenchymzellen. Sie geht allmählich in das Stromagewebe über, wo sie an solches grenzt, was nicht überall der Fall ist. Die keuligen, unten etwa 20 μ lang gestielten Asci sind 60 bis 70 ≍ 8 bis 9 μ groß und enthalten acht hyaline, gerade, schief oder quer in einer Reihe liegende, zartwandige, mit körnigem Plasma ausgefüllte, elliptische, 9 bis 12 ≍ 4 bis 5 μ große Sporen. Da die Perithecien nicht völlig ausgereift sind, werden die Angaben über dieselben

verbesserungsfähig sein. Möglicherweise gehört der Pilz daher nicht zu *Phyllachora*. Jedenfalls wird er aber als Dothideacee zu gelten haben. Im Baue des Stromas ähnelt er sehr der *Euryachora Sedi* (Link) Fuckl. Die Sporen und Asci gleichen aber ganz denen typischer *Phyllachora*-Arten, indes ist das Stromagewebe abweichend gebaut. Vorläufig wird der Pilz als *Phyllachora* zu gelten haben, eine kritische Revision der Gattung *Phyllachora* dürfte aber zeigen, daß dieselbe verschiedene Stromatypen aufweist, die vielleicht zu einer Zerteilung derselben führen werden.

629. Zimmermanniella trispora P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 142.

Ist eine gute Dothideaceengattung, indes unvollständig und nicht ganz richtig beschrieben.

Der Pilz kommt zerstreut, einzeln oder zu wenigen einander genähert, auf der Blattunterseite vor. Er entwickelt sich aus einem Hypostroma, das in der Epidermis und dem darunter liegenden Parenchym entsteht, aus braunen, 4 bis 5 μ breiten, offenen, in senkrechten Parallelreihen stehenden, dünnwandigen Parenchymzellen besteht, unten nicht scharf abgegrenzt ist, etwa 120 μ dick und oben bis 600 μ breit ist. Dasselbe hebt die äußere Hälfte der Epidermiszellen ab, bricht so nach außen und bildet hier ein oberflächliches, polsterförmiges, mit etwas eingezogener Basis aufsitzendes, schwarzes, mattes, körnigrauhes, oft oberflächlich etwas zerrissenes, rundliches, etwa 1200 μ breites und 600 μ hohes Ascusstroma aus. Dieses enthält etwa zehn bis zwölf urnenförmige, oben breitere, dann kegelig zulaufende, etwa 450 μ hohe, 300 μ breite, scharf getrennte Loculi; die Scheidewände zwischen diesen sind 40 bis 160 μ dick. Das Stromagewebe besteht aus 4 bis 6 μ breiten, dunkelbraunen, mäßig dünnwandigen, dichtstehenden Parenchymzellen, die unten und zwischen den Loculi in senkrechten Parallelreihen stehen und oben unregelmäßig angeordnet sind. Die Loculi zeigen ein kreisrundes, scharf begrenztes, 28 bis 45 μ breites Ostiolum, das auf einer halbkugeligen kleinen Warze sitzt und innen dicht mit fädigen Periphysen ausgekleidet ist. Im Stromagewebe sind mehr minder zahl-

reich prismatische, 10 bis 15 μ große Oxalatkrystalle eingelagert. Der Nucleus der Loculi besteht aus 1 bis 2 μ dicken, kurzen, meist stark verbogenen, zarten Paraphysen und zartwandigen, fast zylindrischen, oben eine kleine halbkugelige Schleimkappe zeigenden, unten ganz allmählich in einen 30 bis 50 ≍ 2 μ großen Stiel verschmälerten, bis 112 bis 132 ≍ 5·5 bis 6 μ großen Asci, welche oben einreihig ein bis vier, meist drei hyaline, einzellige, zartwandige, längliche, an den Enden etwas verschmälerte und abgerundete, 16 bis 21 ≍ 5·5 bis 6 μ große Sporen enthalten.

Gehört zu den hyalosporen Dothideaceen. Hennings erklärt den Pilz als mit *Kullhemia* Karst. verwandt. Diese ist jedoch eine Discomycetengattung (siehe diese Fragmente, 1910, XI. Mitt., Nr. 527). *Schweinitziella* Speg. ist offenbar eine Coccoidee. *Bagnisiella* und *Scirrhiella* Speg. werden von *Botryosphaeria* kaum verschieden sein.

630. Ophiodothis (Ophiodothella) atromaculans P. Henn. Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 258, c. Icon.

Nach Atkinson (Journ. of Mycology, 1895, 11. Bd., p. 256) ist *Ophiodothis* Sacc. mit dem Typus *O. vorax* (B. et Curt.) Sacc. (Syll. Fung. 1883, II. Bd., p. 652) gleich *Balansia* Speg. 1880. Die Gattung *Ophiodothis* Sacc. ist daher ein Synonym. In ihrem heutigen Umfange enthält sie Arten, die in mehrere Gattungen gehören.

1. *O. vorax* (B. et C.) Sacc. besteht nach Atkinson nach den Originalexemplaren im Herbar Kew aus drei Arten, die in zwei Gattungen gehören *(Balansia, Dothichloë).*

2. *Ophiodothis Haydeni* (B. et Curt.) Sacc. ist ein Conidienpilz (Atkinson, l. c).

3. *Ophiodothis edax* (B. et Br.) Sacc. ist in Journ. Linn. Soc., 1873, XIV. Bd., p. 135, als *Dothidea* beschrieben und nach dem Originalexemplar im Herbar Berkeley in Kew eine *Ophiodothella* mit etwas breiteren Sporen. Der Pilz bildet 200 bis 300 μ breite, schwarze, glänzende, auf beiden Blattseiten sichtbare Stromata, die meist nur einen Loculus enthalten und herdenweise in gelblichen großen Blattflecken auftreten. Das kohlige Stromagewebe tritt in beiden Blattepidermen auf und

ist oben etwa 35 μ, unten etwa 20 μ dick. Blattoberseits geht dasselbe auch etwas in das unter der Epidermis liegende Palissadenparenchym über und ragt hier flachkegelig vor. Hier zeigen sich ein bis zwei unregelmäßig rundliche, 12 bis 16 μ breite Ostiola. Blattunterseits ist das Stroma flach. Der meist einzige Loculus zeigt eine aus stark zusammengepreßten Zellen bestehende, 8 bis 10 μ dicke, hyaline oder blasse Wandung, ist etwa 200 μ breit und 120 bis 130 μ hoch. Die Paraphysen sind wenig zahlreich, doch ganz deutlich, lang, zartwandig, verkrümmt und 2 bis 3 μ breit. Die zahlreichen, bis 80 ≍ 13 μ großen Asci sind dünnwandig, spindelig-keulig, oben konisch-verschmälert-stumpflich, unten in einen 15 bis 20 ≍ 4 μ großen Stiel verschmälert. Die acht hyalinen, plasmareichen, zartwandigen, einzelligen Sporen sind zylindrisch, nach beiden stumpflichen Enden etwas verschmälert, gerade oder etwas verbogen und etwa 37 ≍ 3 bis 4 μ groß. Die Asci sind nicht ganz ausgereift, daher die Angaben über die Sporen verbesserungsfähig sein werden.

Zu diesen Stromaten gehört gewiß als Nebenfrucht eine *Gloeosporium*-artige Form, welche in großer Menge nur blattunterseits zwischen denselben auftritt. Es sind 50 bis 100 μ breite, etwas flachgedrückte, rundliche Hohlräume ohne eigene Wandung, welche dicht stehen und innen allseitig mit ganz kurzen, einfachen Conidienträgern ausgekleidet sind, die in großer Menge schleimig verbundene, hyaline, einzellige, stäbchenförmige, 2 bis 4 ≍ 1 μ große Conidien bilden, die in dicken Ranken oder rundlichen Massen durch die Spaltöffnungen der Blattunterseite hervortreten. Diese Ranken sind nach Berkeley und Broome frisch lebhaft scharlachrot.

Man sieht, daß sich *Dothidea edax* so verhält, wie eine *Ophiodothella* mit dickeren, zylindrischen, nicht fädigen Sporen.

4. *Ophiodothis Ulei* Rehm (Hedwigia, 1897, 36. Bd., p. 380) ist nach dem Originalexemplar aus dem Herbar Rehm eine typische *Ophiodothella*; die Unterschiede von *O. atromaculans* P. H. sind nur spezifischer Natur. Die Stromata sind nur bis 2 *mm* breit und enthalten nur wenige getrennte Loculi. Die Asci sind mehr zylindrisch, jedoch ohne deutliche Schleimkappe. Paraphysen fehlen.

Ophiodothis tarda Harkn. (siehe Atkinson, l. c., p. 257); *paraguariensis* Speg.; *Balansae* Speg. u.; *? leptospora* Speg. haben nach den Beschreibungen eingewachsene, *Phyllachora*-artige Stromata, ganz so wie *O. atromaculans* P. H. nach dem Originalexemplar. Diese Arten müssen bis auf weiteres in die Gattung *Ophiodothella* (P. H. als Subgenus) gestellt werden.

5. *Ophiodothis Aristidae* (Atk.) Sacc. und *O. Henningsiana* Möll. (l. c., Taf. V, Fig. 70) sind nach den Beschreibungen wie *Dothichloë atramentosa* (B. et C.) Atk. (l. c., p. 260) gebaut und werden daher zu *Dothichloë* gehören.

6. *Ophiodothis Volkensii* (P. H.) Sacc.; *Oplismeni* P. H.; *sclerotica* (Pat.) P. H. und *Oph. vorax* (B. et C.) Sacc. var. *Paspali* P. Henn. werden *Balansia*-Arten sein, doch sind Hennings' Angaben ganz unverläßlich.

7. *Ophiodothis Gaduae* Rehm (Hedwigia, 1896, 35. Bd., p. 53) ist von A. Möller (Phycomyc. und Ascomyc., 1901, p. 303, Taf. V, Fig. 68 *a*, *b*) nochmals als *Balansia regularis* beschrieben worden. Der Pilz hat ursprünglich mehrere Zellschichten tief unter der Epidermis eingewachsene, knollige, manchmal vertikal etwas gestreckte Stromata, die unten weich und blaß sind und aus 4 μ breiten, dünnwandigen, hyalinen, plectenchymatisch dicht verflochtenen Hyphen bestehen; weiter nach außen wird das Gewebe grau und mehr parenchymatisch. Später brechen diese Stromata hervor, werden im freien Teile außen schwarz, kohlig und zeigen eine borkig-rissige, warzige, 40 bis 50 μ dicke Rinde, die nach innen allmählich in das weiche Gewebe übergeht und aus schwarzen, offenen, 8 bis 12 μ breiten polyedrischen Zellen besteht. Unter dieser Rinde sind radial angeordnet die flaschenförmigen Perithecien eingesenkt. Diese zeigen eine gut entwickelte, 8 bis 10 μ breite, blasse, aus vielen Lagen von zusammengepreßten Zellen bestehende Membran, sind etwa 240 μ lang und 110 μ breit und haben einen 80 bis 90 ≍ 40 μ großen Hals, der mit Periphysen ausgekleidet ist und an der Stromaoberfläche mit einem rundlichen Ostiolum endigt. Paraphysen fehlen. Asci lang, zylindrisch, unten allmählich in einen langen Stiel verschmälert, oben mit halbkugeliger Schleimkappe, 3 bis 4 μ breit, etwa 150 μ lang, drei- bis viersporig. Sporen sehr dünn, fadenförmig.

Der Pilz kann trotz der kohligen, offenzellig-parenchymatischen Rinde wegen der so wie bei *Balansia* gut entwickelten Perithecien nicht als Dothideacee betrachtet werden, sondern muß neben *Balansia* zu den Clavicipiteen gestellt werden. Siehe Hennings' gegenteilige Meinung betreffs *Balansia* in Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 86.

Balansia hat ein oberflächliches Stroma, das das Substrat überzieht und einhüllt, im Gegensatz zu *Ophiodothis Gaduae*, die ein eingewachsen-hervorbrechendes Stroma hat. Letztere gehört daher in eine eigene Gattung:

Balansiopsis n. Gen. **(Clavicipiteae).**

Stroma knollig oder gestreckt, eingewachsen, dann hervorbrechend, innen weich, blaß, fleischig, außen mit kohliger, offenzellig-parenchymatischer Rinde. Perithecien mit fleischiger Membran, ganz eingesenkt, flaschenförmig. Paraphysen fehlen. Asci zylindrisch, oben mit Schleimkappe. Sporen hyalin, fadenförmig.

Balansiopsis Gaduae (Rehm) v. H.

Syn.: *Ophiodothis Gaduae* Rehm 1896.
Balansia regularis A. Möll. 1901.

Ophiodothis Schumanniana P. Henn. (Annalen Wiener Hofmuseum, 1900, XV. Bd., p. 2) wurde zuerst als *Epichloë Schumanniana* P. Henn. beschrieben (A. Engler's Pflanzenwelt Ostafrikas, Berlin, 1895, Teil C, p. 32) und hat nach den Originalexemplaren in Rehm, Ascomyc., Nr. 1616, und Rabh.-Pazschke, Fungi europ., Nr. 4362, in dem Gewebe des Mittelnerven der schmalen und zarten Grasblätter eingewachsene, innen weiße und fleischige, langgestreckte Stromata, die dann das Blattgewebe oberseits spalten und in Form eines schwarzen, bis 1 *cm* langen und fast 1 *mm* breiten Wulstes hervorbrechen, wobei sich das Blatt verkrümmt. Unter der schwarzen Kruste liegen die breit flaschenförmigen Perithecien, etwa zu sechs nebeneinander am Querschnitt des Stromas. Die Asci haben eine hohe Schleimkappe. Die Sporen sind etwas über 1 μ breit und zerfallen leicht in etwa 4 μ lange Glieder.

Der Pilz muß darnach *Balansiopsis Schumanniana* (P. H.) v. H. genannt werden.

8. *Ophiodothis linearis* Rehm (Hedwigia, 1896, 35. Bd., p. 54) ist 1897 wiederholt als *Oph. raphidospora* Rehm (Hedwigia, 36. Bd., p. 380) beschrieben worden. A. Möller (Phycomyc. und Ascomyc., Jena 1901, p. 184, Taf. V, Fig. 69) beschrieb den Pilz genauer. Die Untersuchung des Originalexemplars von *Oph. linearis* Rehm ergab mir im wesentlichen dieselben Resultate, welche Möller erhielt. Aus denselben ist zu erschließen, daß der Pilz sich ganz so wie eine *Dothichloë* Atk. verhält, nur daß das sterile Stroma in dem spiraligen Zwischenraum der eingerollten Blattlamina bis zum Absterben ganz eingeschlossen und daher weiß bleibt und nur der ascusbildende Teil desselben durch den darüberliegenden Teil der Blattlamina, diese spaltend, in Form eines Streifens hervorbricht, dessen Oberfläche allein geschwärzt erscheint.

Der Pilz befällt die spiralig eingerollten Blätter verschiedener Gräser *(Olyra, Microstachys, Chusquea)* offenbar schon sehr frühzeitig. Seine Hyphen dringen in den spiralig gerollten Zwischenraum, den die Blattlamina bildet, ein, und erfüllen denselben ganz mit einem weißen, aus hyalinen, länglichen, zartwandigen, 10 bis 20 μ großen Zellen bestehenden Gewebe, dessen Dicke im allgemeinen nach innen zu größer, übrigens sehr ungleichmäßig ist und zwischen 30 und 150 μ wechselt. Das Stromagewebe ist besonders im inneren Teile sehr ölreich. Nur in der Achse der Blattspirale bleibt neben dem Stromagewebe ein freier Luftkanal übrig. Das Blatt wird seiner ganzen Länge nach vom Stroma durchzogen, das nach dem Gesagten am Querschnitt eine vier bis fünf Windungen aufweisende Spirale bildet. Die vom Pilze befallenen Blätter bleiben zusammengerollt und sterben in diesem Zustande ab. Der ascusführende Teil des Stromas entsteht stets nur an der Außenseite der äußersten Windung des Stromas und bricht durch den darüberliegenden Teil der Blattlamina nach außen durch, in Form eines mehrere Zentimeter langen und 700 μ breiten, 600 μ dicken Streifens, dessen Außenseite schwarz und etwas rauh wird und sich nicht über das Niveau der Blattfläche erhebt. Die 40 bis 50 μ dicke, freie Oberflächenschichte

besteht aus der Quere nach langgestreckten, dünnwandigen, 4 bis 5 μ breiten, offenen, leeren, schwarzen Zellen. Nach innen zu geht diese schwarze Deckschichte ganz allmählich in ein farbloses, zartwandiges, großzelliges Parenchym über, das nach unten zu kleinzelliger wird. Oberflächenschnitte zeigen die in zwei Reihen stehenden, etwas quergestreckten, etwa 18 ≍ 10 μ großen Ostiola, die deutliche Periphysen aufweisen und von vielen Lagen von kaum 2 μ großen, rundlichen, schwarzen Zellen umgeben sind. Die in zwei Längsreihen stehenden Perithecien sind flaschenförmig, haben eine flache Basis, eine wenig entwickelte, aus hyalinen, zusammengepreßten Zellen bestehende dünne Wandung und einen relativ kurzen, etwa 100 μ langen, breiten Hals. Im ganzen sind die Perithecien 500 μ hoch und 300 μ breit. Paraphysen fehlen. Die Asci enthalten acht lange, etwa 1 μ breite, fadenförmige Sporen, sind zylindrisch, sehr lang und etwa 5 bis 6 μ dick. Oben zeigen sie eine mächtig entwickelte, zylindrische, oben abgestutzte, 6 μ lange, 5 μ breite Schleimkappe. Unterhalb der Perithecien ist das plectenchymatisch faserige Stromagewebe etwa 30 bis 40 μ dick.

Aus dieser Beschreibung geht hervor, daß der Pilz morphologisch oberflächlich ist, sich aber physiologisch so wie ein eingewachsener verhält, dessen Ascusstroma allein hervorbricht.

Er unterscheidet sich von *Dothichloë* durch das eingeschlossen bleibende sterile Stroma, das ganz weiß bleibt, und durch das Hervorbrechen des Ascusstromas, sowie die regelmäßige zweireihige Anordnung der Perithecien. Von *Balansiopsis* ist der Pilz durch dieselben Merkmale verschieden, sowie durch den Umstand, daß sein Stroma ausgebreitet und nicht im Gewebe der Nährpflanze eingewachsen ist. Er stellt meiner Ansicht nach eine neue zu den Clavicipiteen gehörige Gattung dar, die auch *Epichloë* nahesteht und sich durch den Bau des Ascusstromas und das Durchbrechen desselben von dieser Gattung unterscheidet.

Linearistroma n. Gen. (**Clavicipiteae**).

Stroma blaß, ausgebreitet, eingeschlossen. Ascusstroma linienförmig hervorbrechend, außen schwarz. Perithecien ein-

gewachsen, in zwei parallelen Längsreihen angeordnet, mit Hals und Periphysen, ohne Paraphysen. Asci zylindrisch, mit Schleimkappe, Sporen fadenförmig.

Linearistroma lineare (Rehm) v. H.

Syn.: *Ophiodothis linearis* Rehm 1896.
Ophiodothis raphidospora Rehm 1897.

9. *Balansia vorax* (B. et C.) Atkins. emend. (Journ. of Mycol., 1905, XI. Bd., p. 255, Taf. 87, Fig. 19 und 20) ist offenbar identisch mit *Dothidea thanatophora* Léveillé (Ann. scienc. natur. Botan., 1845, III. Ser., 3. Bd., p. 55). Dieser Pilz wurde in Saccardo, Syll. Fung., II, p. 624, zu *Phyllachora* gestellt. Raciborski (Bull. Akad. scienc. Cracovie, 1906, p. 905) stellte den Pilz zu *Ophiodothis*. Der Pilz ist jedoch eine *Balansia* mit sitzenden Ascusstromaten. Er hat zu heißen:

Balansia thanatophora (Lév.) v. H.

Syn.: *Dothidea thanatophora* Lév. 1845.
Dothidea vorax B. et Curt. 1854.
Phyllachora thanatophora (Lév.) Sacc. 1883.
Balansia vorax (B. et C.) Atk. 1905.
Ophiodothis thanatophora (Lév.) Racib. 1906.

Der Pilz lebt auf den Blütenständen von *Carex* (?), Junghuhn, Java; Berkeley, Khasia in Indien; von *Fimbristylis*, Raciborski, Gedeh, Java; Papandaja, Java (v. Höhnel).

10. *Ephelis brevis* B. et Br. (Journ. Linn. Soc., 1873, XIV. Bd., p. 89) ist jüngst von Petch (Annals roy. botan. Gardens, Peradeniya 1910, IV. Bd., p. 431) nach den Exemplaren in Peradeniya studiert und als *Ophiodothis brevis* (B. et Br.) Petch genau beschrieben worden. Auf Grund der Originalexemplare aus dem Herbar Berkeley in Kew, die meist etwas überreif sind, kann ich Petch's Angaben völlig bestätigen. Nur sind die Ascussporen nur 1 bis 1·5 μ breit.

Es ist daher der Pilz eine *Balansia* mit polsterförmigem, flachem Stroma, die *Balansia brevis* (B. et Br.) v. H. genannt werden muß.

Der Pilz sieht der *Balansiopsis Schumanniana* (P. H.) v. H. äußerlich täuschend ähnlich.

11. Das Originalexemplar von *Ophiodothis (Ophiodothella) atromaculans* P. H. zeigt ein dünnes, weit ausgebreitetes, eingewachsenes, auf beiden Blattseiten gleich entwickeltes, dunkelbraunes Stroma, das allmählich verläuft. In demselben sitzen herdenweise etwa 260 μ breite, 220 μ dicke Loculi, die oft zu zwei bis fünf einander genähert, aber nicht verschmolzen sind und auf beiden Blattseiten, jedoch etwas stärker unterseits in Form von kegelig-halbkugeligen, schwarzen, glänzenden Vorsprüngen vorragen. Das Stromagewebe tritt zuerst nur in den beiden Blattepidermen auf, dieselben mit braunen, meist gestreckten, 4 bis 5 μ breiten Zellen ausfüllend. Später erstreckt sich dasselbe auch auf die angrenzenden Partien des Mesophylls, ist nach innen meist nicht scharf begrenzt und läßt eine breite Mittelpartie des Blattquerschnittes ganz frei. Wo sich die beiderseits vorragenden Loculi entwickeln, wird das sonst nur etwa 20 μ dicke, rotbraune Stromagewebe bis 40 μ dick, opak, kohlig und brüchig. Die Loculi sind innen seitlich meist nur mit einer dünnen, blassen Wandung versehen, während sie oben und unten kohlig sind. Seltener werden sie allseitig von dem kohligen Stromagewebe umgeben. Das Ostiolum tritt auf der Blattunterseite auf und ist sehr klein. Paraphysen dünnfädig, spärlich. Asci spindelig-keulig, oben ohne Kappe. Sporen fädig, hyalin.

Nach dem oben Gesagten muß *Ophiodothella* als eigene Gattung betrachtet werden, deren Charakteristik aus der gegebenen Beschreibung der Typusart sich ergibt.

Ophiodothella (P. Henn. als Subgenus).

Stroma phyllachoroid, die ganze Blattdicke einnehmend, nicht hervorbrechend. Asci keulig oder zylindrisch, ohne Schleimkappe. Paraphysen spärlich oder fehlend. Loculi einzeln oder wenige, meist weich. Sporen hyalin, fädig, selten zylindrisch.

Arten:

Ophiodothella atromaculans (P. H.)
Ulei (Rehm) v. H.

Ophiodothella tarda (Harkn.) v. H.
» *paraguariensis* (Speg.) v. H.
» *Balansae* (Speg.) v. H.
» *leptospora* (Speg.) v. H.
» *edax* (B. et Br.) v. H.

631. Poropeltis Davillae P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 390 c. Icon.

Der Pilz soll das Conidiumstadium einer Hysteriacee aus der Verwandtschaft von *Parmularia* sein. Die Stromata sollen fast radiär-furchig sein.

Die Untersuchung des sehr kümmerlichen Originalexemplars zeigte mir, daß die Blätter, auf welchen der Pilz wächst, wahrscheinlich von einer *Tetracera*-Art herrühren. Auf der Unterseite derselben sitzen zerstreut oberflächlich und ziemlich leicht ablösbar rundliche, gegen 1 *mm* breite, schwarze, matte Stromata, die etwa 200 μ dick sind. Die Oberfläche derselben zeigt keine Spur einer radialen Furchung, sondern ist unregelmäßig flachhöckerig oder mit einem Ringwulst versehen. Das Stromagewebe ist in der Mitte kohlig-opak, am durchscheinenden Rande radiär, aus 3 bis 4 μ breiten, schwarzvioletten Hyphen aufgebaut. Die wenigen flachen Loculi stehen unregelmäßig oder fast konzentrisch angeordnet. Der Pilz ist überreif und von fremden Hyphen infiziert. In den Loculi, von welchen einzelne Asci enthalten zu haben scheinen, die aber ganz zerstört sind, befinden sich (mit hyalinen eingedrungenen Hyphen untermischt) einzellige, violette, länglich-eiförmige Conidien, die, wenn gut entwickelt, einen hellen Quergürtel zeigen.

Der Pilz ist eine Altersform einer *Hysterostomella*, die der *H. Tetracerae* (Rud.) v. H. (Fragmente zur Mykologie, 1909, IX. Mitt., Nr. 465) zum wenigsten sehr nahe steht, wahrscheinlich aber damit identisch ist, wie der direkte Vergleich zeigte.

Der Formgattungsname kann für die Conidienform von *Hysterostomella* erhalten bleiben, ist aber eigentlich überflüssig, da gewöhnlich dabei auch Ascusloculi vorhanden sind.

632. Lauterbachiella Pteridis P. Henn.

A. Engler, Bot. Jahrb. für System. usw., 1898, XXV. Bd., p. 508.

Die Sporen werden als schließlich bräunlich angegeben. Ich fand sie nur hyalin. Der Pilz entsteht und ist ganz so gebaut wie *Rhagadolobium Hemiteliae* P. H. Er unterscheidet sich nur dadurch, daß die Stromata fester angewachsen sind, sich daher nicht ablösen lassen, und daß dieselben unregelmäßig aufreißen. Es wird nicht möglich sein, diese beiden Gattungen auseinanderzuhalten.

Bei *Lauterbachiella Pteridis* ist die Stromadecke dünner als bei *Rhagadolobium*, ja häufig wird sie nicht opak-kohlig, sondern bleibt einschichtig und braunhäutig. Sie zeigt dann genau die Art ihrer Entstehung aus einzelnen, mosaikartig zusammenstoßenden, polygonalen Stücken, wovon jedes einer Spaltöffnung entspricht. Jedes Stück zeigt einen radialen Bau und ist aus braunen, 2 bis 4 μ breiten, in einer Schichte liegenden, dicht verwachsenen Radialhyphen zusammengesetzt. Am Rande der Stromata stehen diese *Microthyrium*-ähnlichen Stücke lockerer und um die Stromata herum liegen zahlreiche derselben ganz isoliert; da kann man sehen, daß jedes auf einer Spaltöffnung liegt. Manche randständige Stücke zeigen sogar ein Ostiolum. Hierdurch ist bewiesen, daß meine Auffassung, daß das Ganze ein Stroma mit ganz verschmolzenen Loculi, richtig ist. Die Hyphen der Stromadecke sind grauviolett.

Es wird vielleicht nötig sein, die Charakteristik von *Rhagodolobium* 1897 so zu ändern, daß sie auf *Lauterbachiella* 1898 paßt, denn die beiden Pilze können kaum als generisch verschieden betrachtet werden.

633. Rhagadolobium Hemiteliae P. Henn.

A. Engler, Bot. Jahrb. für System. usw., 1897, XXIII. Bd., p. 287 c. Icon.

Der Pilz wird als Phacidiacee betrachtet, da indes die Fruchtkörper tatsächlich auf der Epidermis sitzen, kann es eine solche nicht sein.

Es ist eine interessante, mit *Lauterbachiella* und *Discodothis Filicum* v. H. (Fragmente zur Mykologie, 1909, VII. Mitt., Nr. 320) nahe verwandte Dothideacee.

Fast ebenso nahe ist die Verwandtschaft mit *Polystomella* Speg. (= *Microcyclus* Sacc. et Syd.), welche Gattung sich nur durch die vorhandenen Paraphysen und die mehr minder deutlichen Loculi unterscheidet, die mit kleinen (unechten) Ostiola versehen sind, während die Decke des Stromas nicht abgeworfen wird. Bei *Rhagadolobium* fehlen die Ostiola völlig, da die Loculi zu einem Hymenium verschmolzen sind, und wird die kohlige Decke radial gespalten und durch eine von den Asci herrührende Schleimmasse nach außen sternförmig zurückgebogen. Auch fehlen hier, der Angabe Hennings' entgegen, Paraphysen völlig (siehe auch Fragmente zur Mykologie, 1909, VII. Mitt., Nr. 316 und 317).

Der Pilz tritt auf der Unterseite der Blattfiedern vereinzelt und zerstreut auf. Er ist flach schildförmig, rundlich oder länglich, meist etwa 1 *mm* lang und 124 bis 140 μ dick, schwarz, matt, leicht ablösbar. Oben zeigt er eine opake, brüchige, kohlige Decke ohne Ostiola. Am Rande ist dieselbe etwas stumpf und breit gelappt, ist hier durchscheinend braun, einschichtig und deutlich radiär gebaut. Das Basalgewebe (Hypothecium) ist blaß grünlichgrau, weichfleischig, aus sehr dünnen, plectenchymatisch dicht verflochtenen Hyphen bestehend und etwa 40 bis 50 μ dick. Die Fruchtschichte besteht nur aus zylindrisch-keuligen Asci, deren Membran zweischichtig ist; die innere Schichte ist dünn und fest, die äußere ist bis 8 μ schleimig verdickt, so daß die Asci in einer Schleimmasse eingebettet erscheinen. Eine Sonderung derselben im Loculi findet nicht statt. Die zweizelligen Sporen sind stets hyalin. An einzelnen Fruchtkörpern, namentlich schlecht entwickelten, sieht man braune, 2 bis 3 μ breite, kriechende Hyphen mit aufrechtstehenden, kurzen Zweigen, an welche olivengraue, ein- oder zweizellige, fast spulenförmige, in der Mitte schmälere, 10 bis 12 ≍ 6 μ große Conidien entstehen, welche denen von *Discodothis Filicum* v. H. ganz ähnlich sind.

Der Pilz entwickelt sich aus einem braunen, interzellularen, lockeren, aus 2 bis 3 μ großen Parenchymzellen und dünnen Hyphen bestehenden stromatischen Gewebe, das einzelne Mesophyllzellen einschließt und gegen die untere Epidermis zu stärker ausgebildet ist. Dieses Hypostroma besteht aus bis

50 μ großen Gewebeballen, die miteinander in Verbindung stehen. Namentlich sind die Atemhöhlen der Stomata ganz mit demselben ausgefüllt. Durch die Spaltöffnungen treten nun, ohne sie wesentlich zu erweitern, hyaline Hyphen hervor, die das Ascusstroma bilden. Dieses ist daher an sehr zahlreichen Punkten (die den Spaltöffnungen entsprechen) am Blatte befestigt, indes leicht ablösbar. *Rhagadolobium* unterscheidet sich von *Discodothis* durch die leichte Ablösbarkeit der Stromata, die hyalinen Sporen und die sternförmige Zerreißung der Stromadecke. Der Conidienpilz ist bei beiden Gattungen derselbe, indessen bei *Discodothis* stets stark entwickelt, bei *Rhagadolobium* nur spärlich.

634. Dielsiella Pritzelii P. Henn.

Hedwigia, 1903, 42. Bd., p. (84) c. Icon.

Nach der Beschreibung soll der Pilz, der zu den Hysteriaceen gerechnet wird, hervorbrechend-oberflächliche Perithecien haben. Der Pilz hat jedoch ein Stroma mit einem kreisförmig um die sterile Mitte angeordneten Loculus. Manchmal zerfällt derselbe in mehrere in einem Kreise stehende kleinere Loculi, die öfter weniger regelmäßig angeordnet sind. Das Stroma ist oben matt, höckerig rauh, gegen den Rand mit einem Ringwulst versehen. Der Rand selbst ist dünn und aus radiär angeordneten, derben, dunkelbraunen Hyphen zusammengesetzt. Die Stromata sind unten flach und liegen auf der Epidermis. Sie entstehen aus einem opak schwarzen Hypostroma, das sich in der Epidermis und ein bis zwei darunterliegenden Zellschichten entwickelt und 260 μ breit und 160 μ hoch wird. Nach unten zu ist dasselbe ziemlich allmählich verlaufend, in braunes, deutlich zelliges Gewebe übergehend. Dieses Hypostroma bricht oben rundlich bis 260 μ breit durch und breitet sich, das Ascusstroma bildend, auf der Epidermis aus, an der Basis hie und da etwas in die Spaltöffnungen mit kurzen Fortsätzen eintretend. Die Decke des Ascusstromas ist opak kohlig und bis über 60 μ dick. Über den Loculi, deren Schlauchboden bräunlich und weichfleischig ist, reißt sie spaltenförmig auf. Paraphysen sehr gut entwickelt, fädig. Sporen zweizellig, braun,

groß. Man sieht, daß der Pilz im wesentlichen ganz so wie *Maurodothis* gebaut ist. Der Vergleich von Querschnitten beider Pilze läßt die Zusammengehörigkeit beider Gattungen ohne weiteres erkennen. Nur ist *Maurodothis* regelmäßiger konzentrisch gebaut, was jedoch zu einer Abtrennung dieser Gattung nicht genügt.

Maurodothis Sacc. et Syd. 1904 ist daher gleich *Dielsiella* P. H. 1903. Aber auch *Hysterostomella guaranitica* Speg. 1889, der Typus der Gattung, den ich leider nicht kenne, steht der Gattung *Dielsiella* sehr nahe. Beide scheinen sich wesentlich nur durch die Paraphysen zu unterscheiden, die bei *Hysterostomella* fehlen (sollen).

Cycloschizon unterscheidet sich von *Dielsiella* eigentlich nur durch die hyalinen Sporen und das wenig entwickelte Hypostroma.

635. Cycloschizon Brachylaenae (Rehm) P. Henn.

Hedwigia, 1901, 40. Bd., p. (173). *Schneepia* Rehm.

Der Pilz ist nach dem Originalexemplar in Rabh.-Pazschke, Fungi europ. et extraeurop. Nr. 4264 fast ganz so wie *Maurodothis Alyxiae* Sacc. et Syd. (siehe Höhnel, Fragmente zur Mykologie, 1909, VII. Mitt., Nr. 321) gebaut. Der Pilz entwickelt sich aus einem in der oberen Blattepidermis befindlichen braunen, lockeren, kleinen Hypostroma. Dieses bricht an einer 60 bis 130 μ breiten Stelle nach außen durch, indem ein rundliches Stück der Außenwand der Epidermis abgehoben wird und sich dann der Pilz ringsum seitlich rundlich auf der Epidermis ausbreitet und ein rundliches, 200 bis 300 μ breites Ascusstroma bildet. Der mittlere, meist als glänzende Papille vorragende Teil der schwarzen Stromata ist mit dem abgehobenen Stück der Außenwand der Epidermis fest verwachsen, also von demselben bedeckt. Im übrigen sind die Stromata flach. Die Fruchtschichte ist in einem ringförmig den sterilen Mittelteil umgebenden Loculus enthalten und reißt die kohlige, opake, derbe Decke schließlich kreisförmig auf. Paraphysen spärlich, fädig. Sporen hyalin, zweizellig. Das Hypothecium ist blaß bräunlich, fleischig und kaum 6 μ dick.

Man sieht, daß sich der Pilz von *Maurodothis* eigentlich nur durch die hyalinen Sporen unterscheidet.

Beide Gattungen gehören zu den Hemihysteriaceen und sind mit *Hysterostomella* sehr nahe verwandt.

Es ist augenscheinlich, daß die Hemihysteriaceen mit tangential gestreckten und angeordneten Loculi eigentlich Dothideaceen sind.

Die Asci sind nicht ganz ausgereift und daher die Sporen möglicherweise zuletzt gefärbt.

Der Pilz kann nur als mit *Hysterostomella* verwandt und als Hemihysteriacee oder Dothideacee aufgefaßt werden. Obwohl kleinere Stromata nur in der Mitte einen Loculus haben, dürfte der Pilz am besten als Hemihysteriacee betrachtet werden. Auffallend sind die zahlreichen eigentümlichen Paraphysen.

Die Gattungen *Hysterostomella, Maurodothis* und *Cycloschizon* stehen sich einander äußerst nahe. *Uleopeltis* steht etwas weiter ab.

636. **Peltistroma juruanum** P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 391 c. Icon.

Wird als Conidienstadium einer Microthyriacee und vielleicht als zu *Asterina reptans* B. et Curt. gehörig betrachtet. Mit letzterem Pilze hat *Peltistroma* sicher nichts zu tun. Der Pilz ist ähnlich gebaut wie *Phragmopeltis* P. Henn., indessen sind die Conidienloculi peritheciumartig dem Stroma aufgesetzt.

Der Pilz bildet auf der Blattunterseite schwarze, matte, unregelmäßig rundliche oder längliche, bis 5 *mm* breite, meist 10 bis 20 μ, stellenweise bis 95 μ dicke Stromata, welche scharf begrenzt und im mittleren Teile opak, gegen den dünnen, selten von Hyphen fimbriaten Rand durchscheinend und deutlich radiär gebaut sind. Diese Stromata sitzen auf der Epidermis und sind ziemlich leicht ablösbar. Sie entstehen aus einem sehr wenig entwickelten Hypostroma, das nur einzelne Epidermiszellen oder kleine Gruppen von solchen ausfüllt und etwa 36 μ lang und 16 μ dick ist. Die Loculi dieses Stromas

sind noch ganz unentwickelt und nur stellenweise angedeutet. Hingegen sitzen auf dem Stroma wenige oder zahlreiche, kugelige, etwa 110 bis 150 μ breite Pycniden auf, die innen allseitig mit kurzen Sporenträgern ausgekleidet sind, welche längliche, einzellige, sehr blaß gelbbräunliche Conidien bilden. Diese aufgesetzten Pycniden gehören sicher zum Stroma. Manchmal sind sie nicht der opaken Decke des Stromas aufgesetzt, sondern reichen bis zur Basis des letzteren, stets ragen sie aber oben kugelig vor.

Peltistroma juruanum in Theyssen, Decades Fung. brasil. Nr. 71 ist ein anderer Pilz, vielleicht *Leptothyrium magnum* Speg., welches aber kein *Leptothyrium* ist.

Peltistroma ist eine oberflächliche Dothideacee mit noch ganz unentwickelten Ascusloculi und meist pycnidenartig aufgesetzten Conidienloculi, die einzellige, längliche, sehr blaß bräunliche Conidien enthalten. Der reife Pilz könnte eine *Polystomella* oder *Hysterostomella* sein. Jedenfalls wird er mit diesen Gattungen nahe verwandt sein. Als Nebenfruchtform betrachtet ist er von *Phragmopeltis* P. Henn. char. emend. v. Höhnel nur wenig verschieden.

637. Septodothideopsis manaosensis P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 387 c. Icon.

Der nach der Beschreibung und Abbildung nicht zu erkennende Pilz ist nach dem Originalexemplar ein ganz unreifes Stroma einer eigentümlichen Dothideacee, die mit *Dielsiella* P. Henn. (= *Maurodothis* Sacc. et Syd.), *Cycloschizon* P. Henn. und *Hysterostomella* Speg. verwandt ist. Die von Hennings beschriebenen Sporen konnte ich trotz aller Mühe nicht finden. Sie gehören sicher nicht dazu.

Der Pilz entwickelt sich aus einem Hypostroma, das sich in der Epidermis und einigen darunter befindlichen Zellschichten befindet. Dasselbe ist nur in dem mittleren Teile des bis etwa 1 *mm* breiten Pilzes entwickelt. Dieses Hypostroma bricht durch die Epidermis, ohne sie emporzuheben, hervor und bildet auf derselben das Ascusstroma, das also nur mit dem mittleren Teile befestigt ist. Dieses Ascusstroma ist scheibenförmig und etwa 90 μ dick. Der mittlere Teil desselben

ist steril und setzt sich nach oben in einen halbkugeligen, etwa 500 μ breiten und 360 μ hohen, rauhen Körper fort, der also des Ende der breiten sterilen Achse des Pilzes darstellt. Der scheibenförmige Basalteil des Stromas enthält einige große, flache Loculi, die um die sterile Achse in einer Reihe kreisförmig angeordnet sind, und ist am Rande und oben mit steifen, brüchigen, stumpfen, meist einzelligen, violettbraunen, bis 250 ≍ 8 μ großen Borten besetzt. Die so beschaffenen, wie man sieht, ganz eigenartigen Stromata sind brüchig-kohlig und bestehen aus offenen, violett-kohligen, verschieden großen Parenchymzellen. Sie bilden sich fast nur blattunterseits vollständig aus. Auf der Blattoberseite treten auch halbkugelige, meist ganz sterile Stromata auf, oft gegenüber denen der Unterseite. Sie gehören demselben Pilz an, sind aber rudimentär.

Noch sei bemerkt, daß manchmal zwei bis drei Stromata miteinander verschmelzen, dann sind oben zwei bis drei halbkugelige Warzen zu sehen, die unten von einem gemeinsamen Randwulst umgeben sind. Solche Stromata sind unregelmäßiger geformt und etwas größer.

Der Pilz stellt jedenfalls eine neue Gattung dar, die aber erst beschrieben werden kann, wenn der Pilz reif vorliegt.

Die Gattung *Septodiopsis* im Sinne Hennings' existiert nicht.

638. Uleopeltis manaosensis P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 267 c. Icon.

Der Pilz ist nach der Originalbeschreibung nicht zu erkennen.

Derselbe wächst ganz oberflächlich. Unter ihm ist in der Epidermis nur ein sehr zartes, kaum sichtbares, sehr kleinzelliges, blaß bräunliches Gewebe stellenweise zu erkennen. Er ist halbiert schildförmig, oben matt, schwarz, in der Mitte unregelmäßig höckerig, gegen den dünnen Rand mit ein bis zwei konzentrischen Wülsten versehen, 1 bis 2 *mm* breit und bis über 200 μ hoch. Das Gewebe ist unten blaß graulich, fleischig, oben ist eine in der Mitte bis über 40 μ, am Rande 12 μ dicke, opake, hartbrüchig-kohlige Decke vorhanden, die am Rand eine undeutliche radiäre Struktur zeigt, mit sehr kurzen, stumpfen, 3 bis 4 μ breiten, schwarzvioletten, vor-

stehenden Hyphenenden. Zwischen den wenigen, meist weit voneinander getrennten, länglichen, tangential gestreckten Loculi reicht die opake Schichte bis zur Basis. Die zwei bis drei Loculi liegen meist in einer kreisförmigen Zone. Sie springen meist mit tangential liegenden Rissen auf. Das Hypothecium ist 40 bis 120 μ dick, grau, undeutlich zellig, gelatinös-fleischig. Die zahlreichen zylindrischen Asci liegen parallel, sind oben abgerundet und derbwandig, unten allmählich in einen 10 ≍ 3 μ großen Stiel verschmälert, etwa 75 ≍ 11 bis 13 μ groß. Die meist zu acht im Ascus zweireihig liegenden Sporen sind hyalin, länglich oder etwas keulig, zartwandig, etwa 20 bis 25 ≍ 5 bis 6 μ. Sie zeigen sechs bis acht Querwände und eine Längswand, die oft ganz durchgeht.

Die Paraphysen sind sehr zahlreich, weich, schleimig verklebt, kurzgliedrig, 2 bis 3 μ breit, die Asci weit überragend und eine Art dicken Epitheciums bildend. Sie bestehen aus rundlichen oder länglichen Gliedern und sind zu einer gelatinös-fleischigen Masse verklebt, die aus rundlichen Zellen aufgebaut erscheint.

639. Parmulariella Vernoniae P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 266 c. Icon.

Der Pilz soll sich von *Parmularia* nur durch die eiförmigen Asci und die hyalinen Sporen unterscheiden. Die Asci sind aber nicht eiförmig und *Parmularia* hat nach meiner Erfahrung auch hyaline Sporen. Hingegen zeigt *Parmulariella* einige Eigenschaften, die völlig übersehen wurden und sie von *Parmularia* gut trennen.

Der Pilz sitzt zerstreut auf der Blattunterseite. Er besitzt ein zartes, farbloses, intramatricales Mycel, das die ganze Blattdicke durchsetzt und auf beiden Blattseiten kleine, meist opake einzelne Epidermiszellen oder Gruppen von solchen ausfüllende Stromata bildet. Diese beschränken sich auf der Blattoberseite ganz auf das Lumen der Epidermiszellen, sind etwa 30 μ dick und bleiben völlig steril. Auf der Blattunterseite greifen sie auch auf das Mesophyll über, werden etwa 50 μ dick und über 400 μ breit. Die Stromata der Blattunterseite

brechen hervor und bilden die oberflächlichen, flach aufgewachsenen, halbiert schildförmigen, 1 bis 2 *mm* breiten, rundlichen, matten, etwa 70 μ dicken Ascusstromata. Die Decke dieser ist im mittleren, 200 bis 300 μ breiten Teile bis 30 μ dick und opak, nach außen durchscheinend und aus einer Lage von 6 bis 16 μ langen, 3 bis 3·5 μ breiten, braunen, radial und gegen den Rand auch konzentrisch gereihten Zellen zusammengesetzt. Der Rand der Decke ist kurz und breitlappig, nicht gewimpert. Oben ist das Stroma, von dem Mittelteil abgesehen, dicht mit einem Pelze von steifen, einfachen oder wenig verzweigten, brüchigen, violettbraunen, glatten, stumpfen, 2 bis 3 μ breiten, radial gestellten und nieder liegenden, bis 800 μ langen, aus 6 bis 16 μ langen Gliedern bestehenden Haaren bedeckt, die oft bis 600 μ weit über den Rand der Stromata vorragen und dort der Blattepidermis angepreßt sind. An älteren Stromaten sind die von Hennings ganz übersehenen Haare zum großen Teil abgebrochen.

Die etwa 30 im Stroma vorhandenen Loculi sind schmal und lang, etwa 70 μ breit und regelmäßig radiär um das sterile Zentrum der Stromata angeordnet. Viele sind nach außen gegabelt. Die Decke zerreißt über den Loculi mit ebenso vielen Radialrissen, die fast bis zum Rande reichen und sich weit öffnen durch Zurückbiegen der Rißränder. Paraphysen fehlen völlig. Die Asci sind in einer festen Schleimschichte eingebettet, keulig, etwa 36 ≍ 12 bis 15 μ groß, oben abgerundet und dickwandig, unten verschmälert, kaum gestielt. Die acht Sporen stehen zwei- bis dreireihig, sind hyalin, länglich keulig, zweizellig, bis 22 ≍ 5 bis 5·5 μ groß. Die obere Zelle ist meist etwas breiter und kürzer als die untere und oben etwas konisch-verschmälert-abgerundet, die untere Zelle ist mehr zylindrisch und zeigt manchmal einen unregelmäßig zweiteiligen Plasmainhalt; drei- bis vierzellige Sporen wurden nicht gesehen. Das 20 bis 25 μ dicke Hypothecium ist fleischig und bräunlich. Man sieht, daß der Pilz ganz anders aussieht, als ihn Hennings beschreibt.

Er unterscheidet sich generisch von *Parmularia* durch die einzellschichtige, durchscheinende, deutlich radiärzellige Decke, durch die eigenartige Behaarung und den Mangel der

Paraphysen. *Parmularia* hat auch hyaline, zweizellige Sporen. Die Angabe, daß sie braun sind, kann ich nicht bestätigen, vielleicht handelt es sich um eine Ausnahms- oder Alterserscheinung.

Auch *Parmularia* hat ein die ganze Blattdicke durchsetzendes hyalines Mycel, das aber nur blattoberseits in einigen meist getrennten Epidermiszellen flache, etwa 25 μ hohe und bis 60 bis 80 μ breite opake Stromata bilden, die hervorbrechend die oberflächlichen Ascusstromata erzeugen. Diese sind kahl, tief radial gefurcht, am Rande zackig, brüchig kohlig, mit 20 bis 40 μ dicker opaker Decke und kohliger Basis auch unter den Loculi, welche regelmäßig linear sind und nie gegabelt. Die Stromata lösen sich manchmal am Rande ab und zeigen dann unterseits kurze, 4 bis 5 μ breite, schwarzbraune Hyphenenden. Zwischen den in festem Schleim eingebetteten Asci sind zahlreiche, gut entwickelte, einfach fädige, oben schwach keulig verbreiterte Paraphysen.

Parmularia wird allgemein zu den Hysteriaceen gestellt. Spegazzini errichtete für diese und einige andere Gattungen die Familie der Hemihysteriaceen. Es ist unrichtig, zu den Hysteriaceen alle jene Pilze zu stellen, deren Früchte linienförmig sich öffnen.

Die Hemihysteriaceen sind eine unnatürliche Gruppe von Pilzen, die mit den Hysteriaceen nichts zu tun haben. *Lembosia* und *Morenoëlla* werden zusammenfallen und sind Asterineen mit gestreckten Perithecien, die sich daher mit einem Risse öffnen. *Parmularia* und *Hysterostomella* sind Dothideaceen, deren Loculi sich mit einem Spalt öffnen und die sich an *Polystomella* usw. gut anschließen. (Siehe Fragmente zur Mykologie, 1910, XI. Mitt., Nr. 533.)

640. Coccoidea quercicola P. Henn.

A. Engler's bot. Jahrb. für System., 1901, 28. Bd., p. 275.

Ist eine Coccoidee, deren Verschiedenheit von *Coccoidella* und *Coccodiscus* jedoch nicht feststeht, denn das Originalexemplar ist unreif. Es ist daher nicht sicher, ob die Sporen, wie angegeben wird, einzellig und hyalin sind. Hennings hat

sie offenbar nicht gesehen, da er keine Sporenmaße angibt. Das Hypostroma entspringt mitten im Mesophyll, ist oben bis 240 μ breit und 80 μ hoch.

Schweinitziella Speg. ist jedenfalls eine Coccoidee mit einzelligen hyalinen Sporen und käme hier in Betracht.

641. **Coccodiscus quercicola** P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 144.

Ist eine gute Coccoideengattung. Die Sporen sind aber offenbar zweizellig, die untere Zelle ist sehr klein, kaum 2 μ hoch und hyalin, die obere groß, bräunlich. Beide Zellen sind durch eine Querwand scharf voneinander getrennt. Das Hypostroma ist verkehrt kegelförmig, oben bis 240 μ breit und etwa 80 μ hoch; es entspringt aus der Mitte des Blattquerschnittes.

Namenverzeichnis.

Über die Fällung des Eisens durch das Licht und grüne Wasserpflanzen

von

Hans Molisch,
w. M. k. Akad.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien. Nr. 9 der zweiten Folge.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 27. Oktober 1910.)

I.

In meiner eben erschienenen Schrift »Die Eisenbakterien«[1] habe ich auf die große Rolle hingewiesen, die die Eisenbakterien in der Natur bezüglich der Enteisenung der natürlichen Wässer spielen. Diese Bakterien, allen voran die Ockerbakterie par excellence *Chlamydothrix (Leptothrix) ochracea* Mig. und *Siderocapsa Treubii* Molisch, speichern in ihrer gallertigen Hülle Eisenoxydhydrat in so großer Menge, daß sie oft eine tiefbraune Farbe annimmt und daß die Hülle bei *Chlamydothrix* nach dem Ausschlüpfen der Bakterienzellen als braunes Röhrchen zurückbleibt. Solche Röhrchen können die stagnierenden Wässer namentlich torfiger Wiesen oft in großen Mengen als brauner, ockeriger Niederschlag erfüllen und auch zur Bildung von Raseneisen- und Sumpferzen Veranlassung geben.

Gewisse Flagellaten, wie *Anthophysa vegetans* Stein, *Phallansterium* und *Spongomonas* deponieren Eisen in ihren Gallertstielen, manche, wie *Trachelomonas*, in ihren Membranen

---

[1] H. Molisch, Die Eisenbakterien. Jena 1910.

und gewisse Infusorien in den von ihnen bewohnten Gallertröhren in beträchtlicher Menge. Abgesehen von diesen nicht grünen Organismen gibt es einige Algen, die Eisenoxyd in ihren Membranen oder in ihrer Gallerthülle ablagern. So enthält *Closterium* oft so viel Eisenoxyd in seiner Membran, daß sie rostbraun erscheint. Von manchen Conferven *(Psichohormium)* wird an der Oberfläche der Membranen Eisenoxyd in ganz erstaunlichen Mengen niedergeschlagen, indem die Confervenfäden sich mit mehr minder dicken Hüllen von Eisenoxyd umgeben, die entweder auf weite Strecken fortlaufend oder mit Unterbrechungen gleich braunen oder rostroten Gürteln die Zellen umgeben.

Hanstein,[1] der sich mit dieser Erscheinung bei *Psichohormium* beschäftigt hat, denkt sich die Sache so, daß die kohlensäurebedürftigen Algen im Sonnenlicht das im Wasser gelöste doppelkohlensaure Eisenoxydul aufnehmen, die Kohlensäure desselben entziehen und das mittels des freiwerdenden Sauerstoffes oxydierte Eisen wieder abscheiden. »Diese Erklärung«, sagte ich seinerzeit,[2] »bedarf zwar vorderhand der experimentellen Begründung, sie hat aber jetzt viel für sich, da nach den Untersuchungen von Pringsheim[3] und Hassak,[4] Pflanzen tatsächlich imstande sind, einen Teil der Kohlensäure den gelösten Alkalicarbonaten zu entziehen und zu assimilieren. Es ist daher in hohem Grade wahrscheinlich, daß die oberflächliche Abscheidung von Eisenoxyd bei *Psichohormium* und vielleicht auch den anderen bereits oben genannten Algen mit

---

1 Siehe H. Molisch, Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena 1892, p. 19 bis 20.

2 H. Molisch, l. c., p. 20.

3 N. Pringsheim, Über die Entstehung der Kalkinkrustationen an Süßwasserpflanzen. Pringsheim's Jahrb. f. w. Bot., XIX, p. 138.

4 C. Hassak, Über das Verhältnis von Pflanzen zu Bicarbonaten und über Kalkinkrustation. Unters. aus dem bot. Institut zu Tübingen, II, p. 465. Hiezu gesellen sich in neuerer Zeit die Arbeiten von: Nathanson, Ber. über die Verhandl. der kgl. sächsisch. Akad. d. W., math.-phys. Kl., Bd. 59 (1907) und U. Angelstein, Untersuchungen über die Assimilation submerser Wasserpflanzen. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. Breslau 1910. Inaug.-Diss. d. Univ. Halle a. S. (1910).

einer Dissoziation des doppeltkohlensauren Eisenoxyduls durch die Pflanze zusammenhängt und daß somit gewisse Wasserpflanzen nicht bloß befähigt wären, die für die Assimilation nötige Kohlensäure Bicarbonaten der Alkalimetalle, sondern auch denen des Eisens zu entnehmen.«

Bei meinen Versuchen, dieser Frage näherzutreten, stieß ich zunächst auf eine Tatsache, die eigentlich mit der Botanik direkt nichts zu tun hat, die aber für meine Betrachtungen und auch sonst doch von Interesse ist und die ich daher zunächst behandeln will.

II.

Über den Einfluß des Lichtes auf die Fällung gelösten Eisens.

Als ich verschiedene Experimente über die Einwirkung grüner Wasserpflanzen auf eine eventuelle Fällung von Eisenlösungen machte und bei dieser Gelegenheit auch Kontrollversuche ohne Pflanzen aufstellte, bemerkte ich zu wiederholtenmalen, daß das Licht an und für sich imstande ist, Eisen aus verschiedenen Lösungen zu fällen.

Erster Versuch. Acht zylindrische Gläser mit 250 cm^3 Inhalt wurden mit einer 0·0066prozentigen Lösung von zitronsaurem Eisenammon in destilliertem Wasser beschickt. Vier davon wurden an einem Südfenster dem direkten oder starken diffusen Licht ausgesetzt, die vier anderen standen daneben unter einem Zinnsturz im Finstern. Beginn des Versuches am 14. Juni 1910.

Nummer der Gefäße	Fällung des Eisens nach Tagen			
	1	2	4	25
Im Lichte				
1	keine	keine	sehr deutliche	sehr deutliche
2	»	»	»	»
3	»	schwache	»	»
4	»	»	»	»

Nummer der Gefäße	Fällung des Eisens nach Tagen			
	1	2	4	25
Im Finstern				
5	keine	keine	keine	keine
6	»	»	»	»
7	»	»	»	»
8	»	»	»	»

Also: Nach 25 Tagen war im Finstern noch keine Spur Eisen aus der Lösung herausgefallen, während in den belichteten Gefäßen das Eisen schon nach 2 Tagen als ein kolloidaler, rostbrauner Niederschlag herauszufallen begann.

Der Versuch wurde mehrmals wiederholt und ergab im wesentlichen dasselbe Resultat.

Ich machte mir den Einwand, daß möglicherweise das direkte Sonnenlicht eine stärkere Erwärmung der belichteten Gefäße im Gegensatz zu den verfinsterten hervorruft und daß die Fällung des Eisens vielleicht darauf zurückzuführen sei. Es wurden daher dieselben Versuche an einem Nordfenster, wo eine solche ungleiche Erwärmung wegfiel, wiederholt, der Erfolg war aber derselbe: im Lichte wurde das Eisen innerhalb einer gewissen Zeit gefällt, im Finstern nicht.

Macht man dieselben Versuche mit viel konzentrierteren Lösungen, so geht die Fällung im Lichte viel langsamer vor sich, wahrscheinlich wegen der geringeren Dissoziation der Verbindung.

Zweiter Versuch. Dasselbe Experiment wurde mit 0·0066prozentigen Lösungen von zitronsaurem Eisenkalium gemacht. Beginn am 18. Juni 1810.

Nummer der Gefäße	Fällung des Eisens nach Tagen		
	1	3	21
Im Lichte			
1	keine	sehr deutliche	sehr deutliche
2	»	»	»
3	»	»	»
4	»	»	»
Im Finstern			
5	keine	keine	keine
6	»	»	»
7	»	»	»
8	»	»	»

Der größere Teil des Eisens war also in den belichteten Gefäßen schon nach drei Tagen als brauner kolloidaler Niederschlag herausgefallen, während in den Dunkelgefäßen vom Eisen nach 21 Tagen auch nicht eine Spur niedergeschlagen war.

Dritter Versuch. Die Gefäße enthielten eine 0·0066prozentige Lösung von zitronsaurem Eisen. Die Versuchsanstellung war dieselbe wie bei den Versuchen 1 und 2.

Nummer der Gefäße	Fällung des Eisens nach Tagen			
	2	8	14	90
Im Lichte				
1	deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche
2	»	»	»	»
3	»	»	»	»
4	»	»	»	»

Nummer der Gefäße	Fällung des Eisens nach Tagen			
	2	8	14	90
Im Finstern				
5	keine	keine	keine	keine
6	»	»	»	»
7	»	»	»	»
8	»	»	»	»

Das Resultat war also im wesentlichen dasselbe wie bei den beiden vorhergehenden Versuchen. Selbst nach drei Monaten war im Finstern noch keine Spur Eisen gefällt. Und als die noch klaren Lösungen sodann ans Licht gestellt wurden, fiel das Eisen nach 48 Stunden fast vollständig heraus.

Es gibt aber Eisenverbindungen, die sich unter den geschilderten Verhältnissen anders verhalten. So fällt das Eisen einer Ferrosulfat- oder Ferrobicarbonatlösung spontan heraus, gleichgültig, ob sie beleuchtet ist oder nicht. Besonders bei der letzteren erfolgt die Fällung, namentlich an der Oberfläche der Flüssigkeit, wo der Sauerstoff zutritt und die Kohlensäure entweicht, sehr rasch. Die Flüssigkeit trübt sich sehr bald und Eisenoxydhydrat setzt sich ab.

Im Gegensatz hiezu stehen andere Eisenlösungen, wie z. B. essigsaures Eisen und Eisenchlorid, die sowohl im Licht als auch im Finstern innerhalb langer Versuchsreihen (1 Monat) vollkommen klar bleiben.

Ich habe diese photochemischen Beobachtungen über die eisenfällende Wirkung des Lichtes hier mitgeteilt, weil sie an und für sich und auch im Zusammenhange mit den folgenden Versuchen nicht ohne Interesse sind und weil ich darüber in der Literatur nichts vorgefunden habe.

Ich muß jedoch bemerken, daß sie nicht ohne Analogie dastehen, wie aus Mitteilungen von Michaelis[1] hervorgeht.

[1] L. Michaelis, Über einige Eigenschaften der freien Farbbasen und Farbsäuren. In Hofmeister's Beiträge zur chem. Physiologie und Pathologie, Bd. VIII (1906), p. 38.

Wenn man eine sehr verdünnte Lösung von Nilblausulfat mit ein wenig Alkali versetzt, so tritt scheinbar nur ein Farbenumschlag ohne Fällung ein. In Wirklichkeit zeigt sich aber die scheinbare Lösung der Base im Ultramikroskop zusammengesetzt aus zahllosen schwebenden Teilchen, die die Vorstufe der Ausflockung bedeuten. Solche scheinbare Lösungen werden als Pseudolösungen bezeichnet.

Michaelis hat nun gefunden, daß die Ausflockung der Pseudolösungen der Farbbasen durch das Licht erheblich beschleunigt wird. So kann sich eine Pseudolösung der Nilblaubase im Dunkeln sehr lange unverändert halten. Im Sonnenlicht beginnt die Flockenbildung sehr rasch, wobei sich die Flüssigkeit entfärbt. Hier zeigt sich also eine auffallende Wirkung des Lichtes auf den Suspensionszustand eines Körpers und dieser Einfluß tritt nach Michaelis bei allen Thiazinen und Oxazinen hervor.

Die von mir mitgeteilten Beobachtungen über die Fällung des Eisens durch das Licht dürften vielleicht auch für die Praxis von Interesse sein, zunächst für chemische Laboratorien, weil es sich von nun an empfehlen wird, Eisenlösungen verschiedener Art zum Zwecke ihrer längeren Erhaltung im Finstern aufzubewahren, und dann mit Rücksicht auf die zu Heilzwecken verwendeten Eisenwässer. Es ist ja seit langem bekannt, daß die im Handel befindlichen Eisenwässer keine lange Haltbarkeit besitzen, weil das in den Wässern vorkommende gelöste Eisenoxydulbicarbonat nach der Einfüllung in die Flaschen häufig als unlösliches Eisenoxydhydrat ausfällt und sich am Boden ansammelt. Solche Wässer werden dadurch sozusagen wertlos und sollten nicht mehr verkauft werden.

Über die Ursachen dieser Eisenfällung in den Heilwässern habe ich mich erst vor kurzem[1] ausführlicher geäußert, weshalb ich darauf einfach verweise. Von nun an wird man aber neben den anderen Faktoren auch den Einfluß des Lichtes dabei zu beachten haben. In historischer Beziehung möchte ich noch bemerken, daß ein Einfluß des Lichtes anderer Art auf

[1] H. Molisch, Die Eisenbakterien, l. c., p. 77.

verschiedene Eisenverbindungen schon lange bekannt war. Eine Zusammenstellung der einschlägigen Tatsachen findet sich in Eder's[1] Handbuch der Photographie. So wird, um nur einige Beispiele zu nennen, hier (p. 80) erwähnt, daß eine Lösung von Eisenchlorid in Äther in einigen Minuten hinter blauem Glase die goldgelbe Farbe verliert, hinter rotem aber den ganzen Tag unverändert bleibt. Die blutrote Lösung von Eisensulfocyanid wird durch Licht allein entfärbt (p. 87). Im Jahre 1831 machte Döbereiner die Entdeckung von der Lichtempfindlichkeit des oxalsauren Eisenoxyds, welcher photochemische Prozeß für die spätere Erfindung der Cyanotypie, des Platindruckes und zahlreicher Photometer von großer Bedeutung war. Bei dieser photochemischen Wirkung wird das oxalsaure Eisenoxyd in das entsprechende Oxydul verwandelt und Oxalsäure gleichzeitig zu Kohlensäure oxydiert (p. 161). In allen diesen Fällen handelt es sich nicht um die Fällung von gelöstem Eisen in Form von kolloidaler Eisenoxydul-, beziehungsweise Eisenoxydverbindung, wie sie in meinen vorher geschilderten Experimenten und wahrscheinlich in der Natur zutage tritt.

III.

Über den Einfluß grüner Wasserpflanzen auf die Fällung gelöster Eisenverbindungen.

Die Feststellung der Tatsache, daß das Licht an und für sich das Eisen gewisser gelöster Eisenverbindungen zu fällen vermag, läßt natürlich auch die Möglichkeit offen, daß nebenbei auch die grüne Wasserpflanze an der Fällung sich beteiligen kann. Um darüber ins klare zu kommen, wurden diese Versuche zunächst mit *Elodea* in ihrer Einwirkung auf verschiedene Eisenverbindungen gemacht, die im folgenden mitgeteilt werden sollen.

Versuche mit Ferrobicarbonat.

Zylindrische Glasgefäße von etwa 250 cm^3 Inhalt wurden mit einer Lösung von Ferrobicarbonat beschickt, die durch

[1] J. M. Eder, Ausführliches Handbuch der Photographie. 2. Auflage, 1892, 1. Teil.

Einleiten von reiner Kohlensäure in destilliertes Wasser, worin sich reduziertes Eisen befand, gewonnen war. Die eben aus dem Freien geholten *Elodea*-Sprosse wurden in destilliertem Wasser abgespült, dann in ebensolches Wasser eingelegt und durch dieses wurde so lange reine Kohlensäure durchgeleitet, bis aller auf der Oberfläche der Sprosse vorhandene kohlensaure Kalk aufgelöst worden war. Diese abermals mit destilliertem Wasser abgespülten Sprosse kamen nun in die Ferrobicarbonatlösung. Die Beseitigung des kohlensauren Kalkes hatte den Zweck, eine Fällung des Eisens durch den Kalk zu vermeiden. Im ganzen wurden zehn Gefäße mit der Eisenlösung und mit je sechs etwa 5 bis 10 *cm* langen *Elodea*-Sprossen versehen. Die Hälfte der so adjustierten Gefäße stellte ich an ein Südfenster ins Licht, die andere daneben ins Finstere unter Dunkelstürze. Überdies habe ich Kontrollgefäße mit derselben Lösung, aber ohne Sprosse, ins Licht und ins Finstere gestellt, obwohl wir bereits wissen, daß gelöstes Ferrobicarbonat spontan auch ohne Sprosse und Licht Eisenoxydhydrat liefert.

Schon nach einer halben bis einer Stunde tritt in allen Gefäßen, gleichgültig, ob beleuchtet oder verfinstert, Eisenoxydhydrat auf, zunächst an der Oberfläche der Flüssigkeit, wo sich allmählich eine tiefbraune geschlossene Haut bildet, dann immer tiefer. Aber abgesehen davon, zeigt sich nach ein bis zwei Tagen und auch später nach Wochen ein auffallender Unterschied zwischen den Licht- und Dunkelpflanzen. Die Blätter der belichteten Sprosse sind nämlich oberseits mit einem tiefbraunen Belag von Eisenoxydhydrat bedeckt, sind daher rostrot gefärbt, während die dem Lichte entzogenen Blätter nur wenig Eisenoxydhydrat an ihrer Oberfläche führen und daher noch ihre grüne Farbe deutlich erkennen lassen. Die belichteten Blätter haben das Eisenoxyd zum großen Teil aufgelagert in Form von geschlossenen rostroten Krusten oder Häuten, die sich inselartig ablösen können. Überdies kommt aber das Eisen als braune Oxydverbindung in den Zellhäuten vor, besonders in den Randpartien des Blattes. Das Eisen ist hier oft so stark gespeichert, daß die Zellwände ganz braun erscheinen. Diese in der Membran vor sich gehende Eiseneinlagerung findet auch im Finstern statt, die Fällung des

Eisenoxyds auf den Blättern erfährt im Lichte, wie der bloße Anblick lehrt, eine Begünstigung.

Worauf ist nun die Begünstigung der Fällung des Eisens im Lichte zurückzuführen?

Man könnte zunächst daran denken, daß die Beleuchtung im direkten Sonnenlicht und die daraus resultierende stärkere Erwärmung die Ursache davon ist. Es soll nicht bestritten werden, daß die stärkere Erwärmung der Lichtgefäße auf die Fällung des Eisens auch einen Einfluß haben kann, allein da der Unterschied in der Inkrustation mit Eisenoxyd bei Licht- und Dunkelgefäßen auch im diffusen Licht an einem Nordfenster zu sehen ist, so kann die ungleiche Erwärmung nicht von ausschlaggebender Bedeutung bei der Fällung des Eisens sein.

Die Erscheinung der stärkeren Inkrustation im Lichte wird uns aber sofort verständlich, wenn wir uns erinnern, daß submerse Wasserpflanzen im Lichte das Wasser alkalisch machen. Schon Klebs[1] hat die Beobachtung gemacht, daß im Licht assimilierende *Zygnema* Alkali ausscheiden und daß dann die Flüssigkeit, wenn man etwas Phenolphthaleinlösung hinzufügt, eine starke Rötung annimmt. Später hat Hassak für *Elodea*- und *Ceratophyllum*-Pflanzen dasselbe nachgewiesen und die Rötung der Phenolphthaleinlösung auf die Ausscheidung eines Alkalis zurückgeführt. Er machte auch im Anschluß an Klebs (l. c.) folgendes Experiment. Exemplare von *Chara* und *Oedogonium* wurden durch abwechselndes Eintauchen in 0·25prozentige Lösungen von zitronsaurem Eisenoxyd und von gelbem Blutlaugensalz mit Berlinerblau gefärbt, das die Zellwände der Pflanzen so gleichmäßig und stark tingierte, daß die Pflanzen rein blau gefärbt erschienen. Wurden nun die also vorbehandelten Pflanzen im Wasser dem Sonnenlicht ausgesetzt, so ging nach sechs Stunden die blaue Farbe in das normale Grün über und die Zellwände erwiesen sich als farblos. Auch diese Erscheinung läßt sich durch die Alkaliausscheidung

[1] E. Klebs, Über die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. Untersuchungen aus dem bot. Institut zu Tübingen, II. Bd., 1886 bis 1888, p. 340.

im Sonnenlicht und die hierdurch hervorgerufene Zersetzung des Berlinerblaus zurückführen.

Es ist bisher nicht bekannt, ob die Fähigkeit, Phenolphthaleinlösungen im Sonnenlichte zu röten, eine bei phanerogamen Wasserpflanzen allgemeiner verbreitete Erscheinung ist oder ob sie nur den wenigen genannten Arten zukommt. Ich habe auch über diese Frage Erfahrungen gesammelt und eine größere Anzahl von unseren gewöhnlichen submersen oder halbsubmersen Wasserpflanzen geprüft. Es waren die folgenden: 1. *Potamogeton lucens*, 2. *P. natans*, 3. *P. perfoliatus*, 4. *P. crispus*, 5. *Ceratophyllum demersum*, 6. *Stratiotes aloides*, 7. *Myriophyllum verticillatum*, 8. *Vallisneria spiralis*, 9. *Elodea canadensis*, 10. *Riccia fluitans*, 11. *Ranunculus aquatilis*, 12. *Chara* sp., 13. *Polygonum amphibium*, 14. *Hydrocharis morsus ranae*, 15. *Utricularia* sp., 16. *Lemna polyrhiza*, 17. *Veronica Beccabunga*.

Bei den zwölf zuerst Genannten stellte sich die Rötung ein, bei den fünf folgenden nicht. Ganz besonders starke Rötung erfolgte, und zwar oft schon nach einer Viertel- bis einer halben Stunde im direkten Sonnenlicht bei *Elodea*, *Vallisneria*, *Stratiotes* und *Potamogeton perfoliatus*, bei den anderen war die Rötung schwach. Ob den unter 12 bis 16 angeführten Arten die Fähigkeit, Phenolphthaleinlösung zu röten, überhaupt abgeht, wage ich nicht zu behaupten, obwohl sie in meinen mehrmals wiederholten Versuchen nicht eintrat. Jedenfalls finden sich graduelle Unterschiede bei den einzelnen Arten.

Beachtenswert ist, daß die Pflanzen, die Phenolphthaleinlösung röten, auch kohlensauren Kalk an ihrer Oberfläche niederschlagen, ohne daß man gerade eine strenge Proportionalität zwischen Inkrustation und Rötungsvermögen feststellen kann. So rötete *Elodea* Phenolphthalein viel stärker als *Ceratophyllum*, obwohl doch diese sich anscheinend stärker mit kohlensaurem Kalk inkrustiert als jene. Wahrscheinlich kommen neben der Alkaliausscheidung noch die spezifische Assimilationsenergie und andere Faktoren in Betracht. Je intensiver das Sonnenlicht, desto deutlicher ist die Reaktion, bei trübem Himmel unterbleibt sie namentlich bei schwach rötenden

Arten oft ganz. Der Grad der Rötung ist so von der Intensität des Lichtes abhängig, daß man aus der Stärke der Rötung beiläufig einen Schluß auf die jeweilig herrschende Lichtintensität ziehen kann. In der Nacht verschwindet die bei Tag eingetretene Rötung, offenbar weil die atmenden Pflanzen Kohlensäure ausscheiden und das Alkali neutralisieren. Nach und nach wird, da die Pflanzen sich in der Phenolphthaleinlösung nicht unter ganz normalen Bedingungen befinden, die Rötung im Lichte immer schwächer, sie kann bei manchen Gewächsen schon nach einigen Tagen ausbleiben.

Nach dem Gesagten dürfen wir den Schluß ziehen, daß die Ausscheidung von Alkali durch *Elodea* und andere Wasserpflanzen in unseren Eisenversuchen die Ursache der vermehrten Eisenabscheidung ist. Das Alkali wird zunächst die Bildung von Eisenoxydulhydrat bewirken und der im Wasser absorbierte sowie besonders der bei der Kohlensäureassimilation im Licht entstehende Sauerstoff besorgen dann die Oxydation zu Eisenoxydhydrat.

Da, wie oben bemerkt, das Ferrobicarbonat schon spontan, also ohne Sprosse und Licht sich zu Eisenoxydhydrat umsetzt und als solches ausfällt, so wird der Beobachter vielleicht bei der bisherigen Versuchsanstellung im Zweifel bleiben, ob die grüne belichtete Pflanze die Fällung des Eisens begünstigt. Ich möchte daher noch drei Versuche hier anführen, aus denen dies viel deutlicher hervorgeht.

Erster Versuch. Ich sagte vorhin (p. 966/967), daß *Elodea*-Sprosse, wenn sie in Ferrobicarbonatlösung im Finstern und im Licht aufgestellt werden, sich in beiden Fällen mit Eisenoxydhydrat bedecken, aber im Lichte mit größeren Mengen, so daß die Blätter von dem direkt auf dem Blatte abgeschiedenen oder von dem außerhalb der Pflanze in der Flüssigkeit ausfallenden und nun auf die Blätter niedersinkenden Eisenoxydhydrat tief rostbraun erscheinen, während die Finsterpflanzen relativ grün bleiben. Bringt man nun nach einigen Tagen, wenn sich das Eisenoxydhydrat abgesetzt und die Flüssigkeit geklärt hat, die Dunkelgefäße ans Licht, so wird durch die nun wieder Alkali und Sauerstoff abscheidenden Blätter alsbald wieder

Eisenoxydhydrat niedergeschlagen und nach wenigen Stunden erscheinen auch diese Blätter tief rostbraun.

Zweiter Versuch. Ich nehme eine Glas-U-Röhre, deren jeder Schenkel 25 *cm* lang und 3 *cm* breit ist, fülle beide Schenkel mit Ferrobicarbonatlösung im destillierten Wasser und gebe in den einen Schenkel etwa 15 *Elodea*-Sprosse von 10 *cm* Länge, nachdem sie vorher von dem inkrustierenden Kalkcarbonat in der bereits angegebenen Weise befreit worden waren. Der andere Schenkel dient als Kontrolle. Wird das Ganze nun ins direkte Sonnenlicht gestellt, so zeigt der mit den Sprossen versehene Schenkel viel früher die Eisenoxydhydratfällung an als der von Pflanzen freie. Der Farbenunterschied ist namentlich in den ersten Stunden in die Augen springend. Später verschwindet er.

Dritter Versuch. Wenn tatsächlich, wie ich oben (p. 969) auseinandergesetzt habe, von *Elodea* Alkali im Licht abgeschieden wird, dann müßte ja das Wasser, das längere Zeit mit belichteter *Elodea* in Berührung war, die Fähigkeit erhalten, doppeltkohlensaures Eisenoxydul rascher zu fällen als gewöhnliches destilliertes Wasser oder destilliertes Wasser, das mit *Elodea* im Finstern in Berührung war. Dies ist nun tatsächlich der Fall.

Drei Glasgefäße (*A*, *B*, *C*) von je 250 cm^3 Inhalt wurden mit Ferrobicarbonatlösung in destilliertem Wasser beschickt.

A wurde mit destilliertem Wasser vollgefüllt.

B wurde mit destilliertem Wasser vollgefüllt, das aus einem gleich großen Gefäße stammte, 10 *Elodea*-Sprosse enthielt und durch 4 Stunden im direkten Sonnenlicht stand.

C wurde mit destilliertem Wasser vollgefüllt von derselben Art wie bei *B*, doch stand das Gefäß mit den Sprossen vorher im Finstern.

Das Ergebnis war meinen Erwartungen ganz entsprechend. In *B* erschien der Niederschlag von Eisenoxydhydrat viel rascher als in *A* und *B*. Der Unterschied war auffallend, glich sich aber nach mehreren Stunden mehr und mehr aus, da ja das Eisen auch spontan herausfällt, nur viel langsamer. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, daß durch belichtete

Elodea-Sprosse die Fällung des Eisens in Ferrobicarbonatlösungen beschleunigt wird.

Ich füge hinzu, daß die drei zuletzt geschilderten Versuche auch sehr gut mit *Stratiotes aloides* und *Vallisneria spiralis* gelingen.

Während also die Erscheinung der begünstigten Fällung des Eisens im Lichte durch Wasserpflanzen eine befriedigende Erklärung findet, geben die vorstehenden Versuche keine Antwort auf die Frage, ob die *Elodea* die Kohlensäure auch dem Eisenbicarbonat entnehmen und bei der Assimilation verwerten kann. Ich hoffte anfangs, diese Frage gleichfalls lösen zu können, allein dies war nicht möglich, weil das kohlensaure Eisenoxydul, abgesehen davon, daß es ein sehr labiler Körper ist, nur durch reichlich vorhandene Kohlensäure in Lösung erhalten wird und man daher in der unangenehmen Zwangslage ist, der Pflanze nicht bloß das Ferrobicarbonat, sondern auch gleichzeitig die Kohlensäure bieten zu müssen. Es läßt sich daher nicht dartun, ob freie oder gebundene Kohlensäure oder ob beide assimiliert werden. Da nach den Untersuchungen von Angelstein[1] die submersen Wasserpflanzen die Kohlensäure der Bicarbonate (Natrium- und Kaliumbicarbonat) bei der Kohlensäureassimilation nicht nur gelegentlich, sondern hauptsächlich verwerten, so ist es ja nicht ganz unwahrscheinlich, daß diese Gewächse auch dem in der Natur so häufig vorkommenden Ferrobicarbonat die Kohlensäure entziehen könnten.

Im folgenden soll nun auseinandergesetzt werden, wie sich *Elodea* gegenüber anderen Eisenverbindungen verhält, ob diese gefällt werden oder nicht.

Versuche mit essigsaurem Eisen.

Die Lösung enthielt 0·0066% dieser Verbindung im destillierten Wasser. Sonst war die Versuchsanstellung im wesentlichen wie vorher und dasselbe gilt auch von den folgenden Versuchen mit anderen Eisenverbindungen. Alles andere ergibt sich aus der Tabelle. Beginn des Versuches am 20. September 1910.

---

[1] Angelstein, L. c., p. 36 des Sonderabdruckes.

Nummer des Gefäßes		Fällung des Eisens nach Tagen					
		2	3	4	6	8	14
		Im Lichte					
1	mit *Elodea*	sehr deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche
2	» »	» »	» »	» »	» »	» »	» »
3	ohne *Elodea*	keine	keine	keine	keine	keine	keine
		Im Finstern					
4	mit *Elodea*	keine	keine	keine	sehr deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche
5	» »	»	»	»	keine	keine	keine
6	ohne *Elodea*	»	»	»	»	»	»

Ergebnis: Die belichteten Sprosse begünstigen die Ausfällung des gelösten Eisens.

Versuche mit zitronsaurem Eisenammon.

Nummer des Gefäßes		Fällung des Eisens nach Tagen				
		2	3	5	8	14
Im Lichte						
1	mit *Elodea*	deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche
2	mit *Elodea*	keine	sehr deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche
3	ohne *Elodea*	keine	keine	sehr deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche
Im Finstern						
4	mit *Elodea*	keine	keine	keine	keine	sehr schwach
5	mit *Elodea*	»	»	»	»	sehr schwach
6	ohne *Elodea*	»	»	»	»	keine

Ergebnis: Das Licht bringt an und für sich schon eine Fällung des Eisens hervor, aber durch gleichzeitig vorhandene Sprosse wird die Fällung im Lichte begünstigt.

Versuche mit Eisenchlorid.

Nummer des Gefäßes		Fällung des Eisens nach Tagen			
		5	7	10	12
Im Lichte					
1	mit *Elodea*	deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche	sehr deutliche
2	»	schwache	sehr deutliche	sehr deutliche	» »
3	ohne *Elodea*	keine	keine	keine	schwache

Nummer des Gefäßes		Fällung des Eisens nach Tagen			
		5	7	10	12
Im Finstern					
4	mit *Elodea*	keine	keine	keine	keine
5	»	»	»	»	»
6	ohne *Elodea*	»	»	»	»

Ergebnis: Die Sprosse begünstigen im Lichte die Fällung.

Versuche mit Ferrosulfat.

Nummer des Gefäßes		Fällung des Eisens nach Tagen					
		2	3	4	5	11	16
Im Lichte							
1	mit *Elodea*	keine	keine	keine	keine	keine	keine
2	mit *Elodea*	»	»	»	»	»	»
3	ohne *Elodea*	»	»	schwache	deutliche	deutliche	deutliche
Im Finstern							
4	mit *Elodea*	keine	keine	keine	keine	keine	keine
5	mit *Elodea*	»	»	»	»	»	»
6	ohne *Elodea*	»	»	»	schwache	schwache	schwache

Ergebnis: Die Fällung des Eisens außerhalb der Pflanze unterbleibt, weil das Eisen in den Membranen gespeichert und der Lösung entzogen wird. In den Gefäßen ohne Pflanzen fällt das Eisen spontan heraus. (Vgl. p. 964.)

Versuche mit äpfelsaurem Eisen.

Nummer des Gefäßes		Fällung des Eisens nach Tagen			
		3	5	11	21
Im Lichte					
1	mit *Elodea*	keine	keine	keine	keine
2	»	»	»	»	»
3	ohne *Elodea*	deutliche	deutliche	deutliche	deutliche
Im Finstern					
4	mit *Elodea*	keine	keine	keine	keine
5	»	»	»	»	»
6	ohne *Elodea*	»	»	»	»

Ergebnis: Wie vorher.

Versuche mit weinsaurem Eisen.

Nummer des Gefäßes		Fällung des Eisens nach Tagen		
		4	8	14
Im Lichte				
1	mit *Elodea*	keine	keine	keine
2	»	»	»	»
3	ohne *Elodea*	deutliche	deutliche	deutliche

Nummer des Gefäßes		Fällung des Eisens nach Tagen		
		4	8	14
Im Finstern				
4	mit *Elodea*	keine	keine	keine
5	»	»	»	»
6	ohne *Elodea*	»	»	»

Ergebnis: Wie vorher. Außerdem zeigt sich, daß das Licht an und für sich fällend auf das Eisen wirkt.

Wie aus den vorhergehenden Versuchen, die selbstverständlich alle mehrmals wiederholt wurden, hervorgeht, ergeben diese bei Anwendung verschiedener Eisenverbindungen ungleiche Resultate. Bei gewissen, wie z. B. bei essigsaurem und zitronsaurem Eisen, begünstigen belichtete *Elodea*-Sprosse die Fällung außerhalb der Pflanze und bei Ferrosulfat und Eisenmalat macht es den Eindruck, als ob die Fällung des Eisens außerhalb der Pflanze gehemmt würde. Das letztere erklärt sich daraus, daß die Sprosse mit großer Gier das Eisen aufnehmen und in ihrer Membran als braune Eisenoxydverbindung speichern. Namentlich sind es die Randzellen der Blätter, die in ihren Membranen so viel Eisen ablagern, daß sie ganz braun erscheinen. Wenn man Kulturen in Eisenlösungen mit und ohne Sprosse auf Eisen mittels der Ferrocyankaliumprobe prüft, so zeigt sich, daß die Kulturflüssigkeit ohne Sprosse intensive Blaufärbung gibt, während die mit Sprossen versehene Kulturflüssigkeit keine oder nur äußerst schwache Reaktion zeigt, da das Eisen von den Blättern aufgenommen und größtenteils in den Zellhäuten aufgestapelt wurde.

Es wird also das Eisen hier auch gefällt, aber nicht außerhalb, sondern innerhalb der Pflanze, d. h. in ihren Membranen. Die Pflanze reißt das Eisen aus sehr verdünnten Lösungen so vollständig an sich, daß es gar nicht zu einer Fällung außerhalb der Pflanze kommen kann.

Daß bei gewissen Eisenverbindungen das Eisen im Lichte von Sprossen außerhalb der Pflanze gefällt wird, ist verständlich, wenn man bedenkt, daß von der Pflanze im Licht Alkali ausgeschieden wird.

Es wurde schon erwähnt, daß *Elodea* — und dasselbe gilt auch von vielen anderen Wasserpflanzen — bei Darbietung von Eisenlösungen in ihrer Membran Eisen in Form von braunem Eisenoxyd einlagert. Dies geschieht sowohl im Lichte wie im Finstern. Diese vom Licht also unabhängige Einlagerung des Eisens erscheint in der Membran der einzelnen Zelle nicht besonders lokalisiert.

Neben dieser Art der Eiseneinlagerung gibt es aber noch eine andere, vom Lichte streng abhängige, die auf die Außenmembranen der Oberhaut beschränkt bleibt.

Ich kann mich bezüglich dieser letzteren Einlagerung kurz fassen, da es sich hier um eine Fällung des Eisens handelt, wie ich sie vor kurzem für das Mangan unter ganz analogen Verhältnissen ausführlich beschrieben habe.[1]

Bringt man z. B. *Elodea canadensis*-Sprosse in eine 0·1 prozentige Lösung von Manganchlorid in Flußwasser und stellt das Ganze in starkes diffuses Sonnenlicht, so tritt schon nach mehreren Tagen, bei sehr starkem Licht auch früher, an den Blättern eine bräunliche Färbung auf. Bei der Untersuchung unterm Mikroskop ergibt sich, daß die nach außen liegenden Membranen der Epidermiszellen der Blattoberseite durch eingelagertes Manganoxyd hellbraun gefärbt sind. Nach und nach kann das Blatt infolgedessen eine intensiv braune Färbung annehmen, so zwar, daß ein Uneingeweihter zunächst im Zweifel sein könnte, ob man es wirklich mit *Elodea canadensis* oder mit einer neuen braunen Art oder Farbenvarietät zu tun hat. Das Interessanteste dabei ist, daß sich diese Einlagerung nur im Lichte vollzieht und im Finstern unterbleibt.

---

[1] H. Molisch, Über lokale Membranfärbung durch Manganverbindungen bei einigen Wasserpflanzen. Diese Sitzungsberichte, CXVIII. Bd., Abt. I, p. 1427 bis 1439.

Bei meinem Studium über die Fällung des Eisens hat sich nun herausgestellt, daß auch das Eisen unter Intervention des Lichtes in der Außenmembran der Epidermis eingelagert werden kann. Die Fig. 1 bis 3 geben davon eine deutliche Vorstellung. Fig. 1 stellt die obere Epidermis eines Blattes von *Elodea canadensis* dar, das durch 14 Tage hindurch in einer sehr verdünnten (0·0066prozentigen) Lösung von Eisensulfat (in destilliertem Wasser) der Junisonne ausgesetzt war.

Man sieht, daß das braune Eisenoxyd hauptsächlich in Form eines Kreises oder einer elliptischen Figur eingelagert wird. Sie zeigt nicht selten eine konzentrische Schichtung, wie dies z. B. in der Zelle *a* der Fig. 1 zu sehen ist, und erscheint infolgedessen zwei- bis sechsfach konturiert. Namentlich die Zellen in der Nähe der Mittelrippe des Blattes zeigen die geschilderten Verhältnisse sehr schön, während die Zellen der Mittelrippe (*m*, Fig. 1 und 3) selbst entweder ganz oder fast ganz von der Einlagerung verschont bleiben, ganz so wie bei der Manganeinlagerung. Auch am Querschnitt des Blattes (Fig. 2) kommt die Einlagerung der Außenwände der Epidermis zum Ausdruck, die beiden dunkleren Stellen p und p_1 entsprechen dem Querschnitt der elliptischen Figur der Flächenansicht.

Es besteht nach dem Gesagten zwischen der von mir früher (l. c. p. 978) geschilderten Manganeinlagerung und der Eiseneinlagerung eine unverkennbare Analogie, denn die Ursachen dürften für beide Fälle die gleichen sein. Immerhin finden sich bezüglich der Mangan- und der Eiseneinlagerung einige, wenn auch unwesentliche Unterschiede. Die braune Manganfärbung fehlt der Epidermis der Blattunterseite häufig völlig. Wenn es überhaupt hier eingelagert wird, so geschieht dies erst nach langer Zeit. Die Eiseneinlagerung hingegen erfolgt an der unteren Epidermis ungefähr zur selben Zeit wie in der oberen.

Ein anderer Unterschied besteht darin, daß durch die Einlagerung des Mangans eine mehr gleichmäßige Braunfärbung der Membran zustandekommt, während sich die Eiseneinlagerung häufig in Form einer rostbraunen Kreis- oder

Ellipsenfigur kundgibt. Überdies gelingt die Manganeinlagerung viel sicherer als die Eisenspeicherung, letztere erfordert besonders gutes Licht, wie es im Sommer zur Verfügung steht.

Die eben beschriebene, vom Licht abhängige Eiseneinlagerung habe ich auch zweimal bei *Elodea* beobachtet, die im Freien (bei Prag und bei Wien) wuchs. Ich konnte sie auch in sehr verdünnten Lösungen von Eisenchlorid und Eisenbicarbonat erzielen, besonders in der Umgebung der Mittelrippe. Hingegen blieb die Eiseneinlagerung in zitronsaurem Eisenammon und salpetersaurem Eisen aus, es wäre aber möglich, daß sie auch in diesen Eisensalzen zutage tritt, wenn man die Konzentrationsgrade der Lösungen mehr variieren würde, als ich dies tat. In Eisensulfat trat die Eisenspeicherung auch bei *Potamogeton crispus* auf.

In meinem Buche »Die Eisenbakterien« habe ich gezeigt, daß die Eisenbakterien sich bei der Bildung von Rasen- und Sumpferzen beteiligen können, ja, daß die genannten Erze in manchen Fällen sich ganz oder großenteils aus den Scheiden von gewissen Eisenbakterien aufbauen. Gleichzeitig habe ich die Vermutung ausgesprochen, daß grüne, submers lebende Wasserpflanzen dadurch, daß sie im Lichte bei der Kohlensäureassimilation Alkali ausscheiden, das gelöste Eisen niederschlagen, zur Bildung ockeriger Niederschläge beitragen und damit Material für die Rasenerze liefern.[1] »Die Ursache der Eisenfällung in einer an der Luft stehenden Lösung kann sehr verschiedene Ursachen haben. Sie kann veranlaßt werden durch Berührung mit dem Luftsauerstoff, durch das Entweichen der absorbierten Kohlensäure, durch den Verbrauch der Kohlensäure infolge des Assimilationsprozesses, durch den bei der Assimilation entbundenen Sauerstoff, wenn Eisenoxydulverbindungen vorhanden sind und diese oxydiert werden, und endlich durch die Ausscheidung von Alkali von seiten der im

[1] H. Molisch, Die Eisenbakterien, l. c., p. 67.

Lichte assimilierenden Wasserpflanzen. Dieser letzte Faktor spielt vielleicht in der Natur eine wichtige Rolle, denn die in den Teichen, Tümpeln, Kanälen, Rinnsalen und Sümpfen submers lebenden Wasserpflanzen, von den Algen aufwärts bis zu den Phanerogamen, erhöhen im Lichte ständig die Alkaleszenz des Wassers und fördern hierdurch wahrscheinlich die Fällung des Eisens.«

Nach meinen hier mitgeteilten Versuchen mit verschiedenen Eisenverbindungen hat sich diese Vermutung tatsächlich bezüglich gewisser Eisensalze als richtig erwiesen, denn neben den genannten Faktoren, zu denen sich nun auch das Licht gesellt, kann auch die belichtete Wasserpflanze dadurch, daß sie Alkali ausscheidet, das Wasser alkalisch macht und gleichzeitig Sauerstoff entbindet, das Eisen in unlösliche Form, in Eisenoxydhydrat, überführen. Diese außerhalb der Pflanze auftretenden Ockerniederschläge werden für die Rasenerze ebenso Material liefern können wie die Eisenbakterien selbst.

In eisenhaltigen Wässern kommt daher den untergetaucht lebenden grünen Wasserpflanzen — sei es, daß sie Eisen in ihren Membranen speichern, sei es, daß sie Eisen im Wasser fällen — bezüglich der Enteisenung der Wässer ebenso wie den Eisenbakterien eine gewisse Rolle zu, in analoger Weise, wie es für die Niederschlagung des Kalkes durch gewisse Tiere und Pflanzen in der Natur schon seit langem bekannt ist.

IV.

Zusammenfassung.

1. Das Licht vermag das Eisen gewisser verdünnter Eisenlösungen zu fällen. Wird z. B. eine verdünnte Lösung (0·0066 %) von zitronsaurem Eisenammon oder von zitronsaurem Eisenkalium oder von zitronsaurem Eisen belichtet und unbelichtet aufgestellt, so wird das Eisen innerhalb einer gewissen Versuchszeit nur im Lichte gefällt.

Aber nicht alle Eisenverbindungen verhalten sich derart. So fällt das Eisen einer Ferrosulfat- oder Ferrobicarbonat-

lösung spontan heraus, gleichgültig, ob sie beleuchtet ist oder nicht. Andere Eisenlösungen, wie essigsaures Eisen und Eisenchlorid, bleiben sowohl im Lichte als im Finstern während langer Versuchszeiten vollkommen klar.

2. Aber nicht bloß das Licht an und für sich, sondern auch die grüne, submers lebende Wasserpflanze kann im Lichte Einfluß nehmen auf die Fällung gelösten Eisens. Viele grüne Wasserpflanzen scheiden im Lichte Alkali aus und dieses Alkali begünstigt, unterstützt von dem oxydierenden Einfluß des bei der Kohlensäureassimilation entbundenen Sauerstoffes, die Fällung von Eisenoxyd außerhalb der Pflanze, so bei Ferrobicarbonat, essigsaurem Eisen und zitronsaurem Eisen.

Bei Ferrosulfat und Eisenmalat macht es den Eindruck, als ob die Fällung des Eisens außerhalb der Pflanze gehemmt würde. Dies wird verständlich, wenn man beachtet, daß *Elodea*-Sprosse mit großer Gier das Eisen in ihre Membranen aufnehmen und hier als braune Eisenoxydverbindung in so großen Mengen speichern, daß eben kein Eisen mehr zur Fällung außerhalb der Pflanze übrig bleibt.

3. Eisen kann in der Membran als Oxydform im Lichte und im Finstern gespeichert werden. Neben dieser vom Lichte unabhängigen Membraneisenspeicherung gibt es aber noch eine vom Lichte abhängige, die dadurch ausgezeichnet ist, daß sie auf die Außenmembran der Oberhaut beschränkt ist. Das Eisen wird hier besonders in der Nähe der Mittelrippe des *Elodea*-Blattes, aber fast niemals auf dieser selbst in der Membran der Epidermiszellen in Form einer rostbraunen kreisförmigen oder elliptischen Figur eingelagert, ganz ähnlich wie dies der Verfasser jüngst bei verschiedenen Wasserpflanzen für Manganoxydeinlagerungen beschrieben hat.

4. Die Fähigkeit submerser grüner Wasserpflanzen, die Fällung gelösten Eisens hervorzurufen, spielt in der Natur in eisenhaltigen Wässern eine gewisse Rolle, weil die Wasserpflanzen ebenso wie die Eisenbakterien hierdurch zur Enteisenung der Wässer beitragen und ebenso wie diese durch

die Ockerbildung Material für die Bildung von Rasenerzen schaffen.

5. Wie bereits bemerkt, scheiden viele Wasserpflanzen im Sonnenlichte Alkali aus, das imstande ist, Phenolphthaleinlösung zu röten. Der Nachweis wurde für folgende Pflanzen erbracht: *Potamogeton lucens, P. natans, P. perfoliatus, P. crispus, Ceratophyllum demersum, Chara* sp., *Stratiotes aloides, Myriophyllum verticillatum, Vallisneria spiralis, Elodea canadensis, Riccia fluitans* und *Ranunculus aquatilis.*

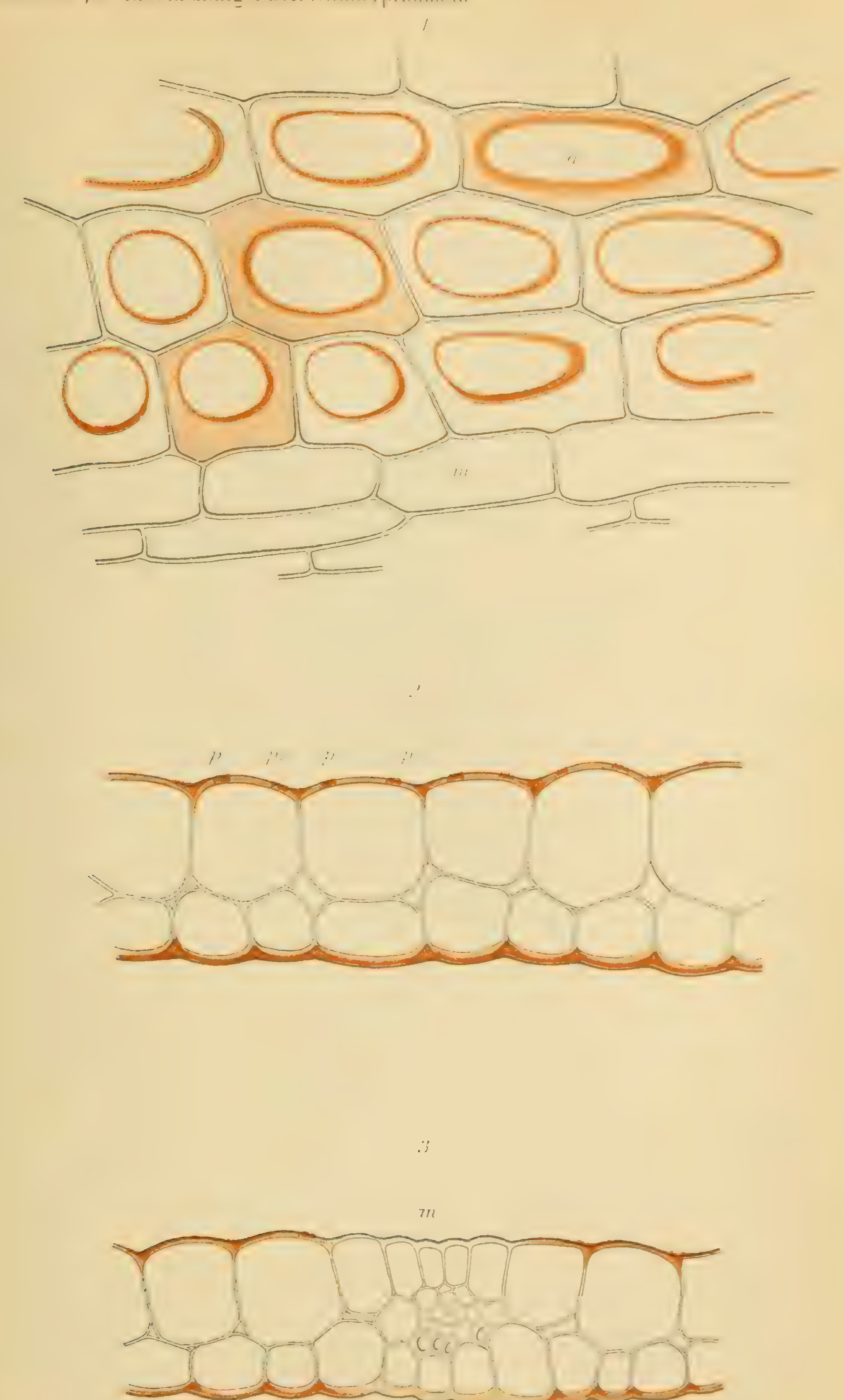
Erklärung der Tafel.

Die Vergrößerung beträgt bei allen Figuren 167. Alle Figuren beziehen sich auf *Elodea canadensis.*

Fig. 1. Stück der oberen Epidermis eines Blattes, das durch 14 Tage in einer sehr verdünnten Lösung (0·0066 %) von Ferrosulfat der Junisonne ausgesetzt war. Die rostrote Farbe zeigt die Einlagerung des Eisenoxyds. Bei *a* zeigt das eingelagerte Eisenoxyd eine konzentrische Schichtung. In den Zellen der Mittelrippe *(m)* fehlt die Abscheidung des Eisens.

Fig. 2. Stück eines Querschnittes desselben Blattes. Nur die Außenmembran der beiden Oberhäute zeigt die Eiseneinlagerung. Die beiden dunkleren Stellen p, p_1 in den einzelnen Zellen entsprechen dem Querschnitt der rostroten elliptischen Figuren in Fig. 1.

Fig. 3. Stück eines Querschnittes desselben Blattes. Die Oberhautzellen der Mittelrippe oberhalb des Gefäßbündels (Mittelnerv) zeigen keine oder äußerst schwache Einlagerung des Eisens.



Gikelhorn et Molisch fec.

Lith.Anst.v.Th.Bannwarth,Wien.



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. IX. UND X. HEFT.

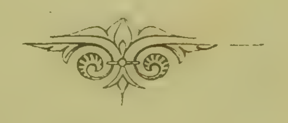
JAHRGANG 1910. — NOVEMBER UND DEZEMBER.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 2 DOPPELTAFELN UND 6 TEXTFIGUREN.)





WIEN, 1910.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT

des 9. und 10. Heftes, November und Dezember 1910, des CXIX. Bandes, Abteilung I, der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Preis des ganzen Heftes: 3 K 10 h — 3 M 10 pf.

SITZUNGSBERICHTE

DER

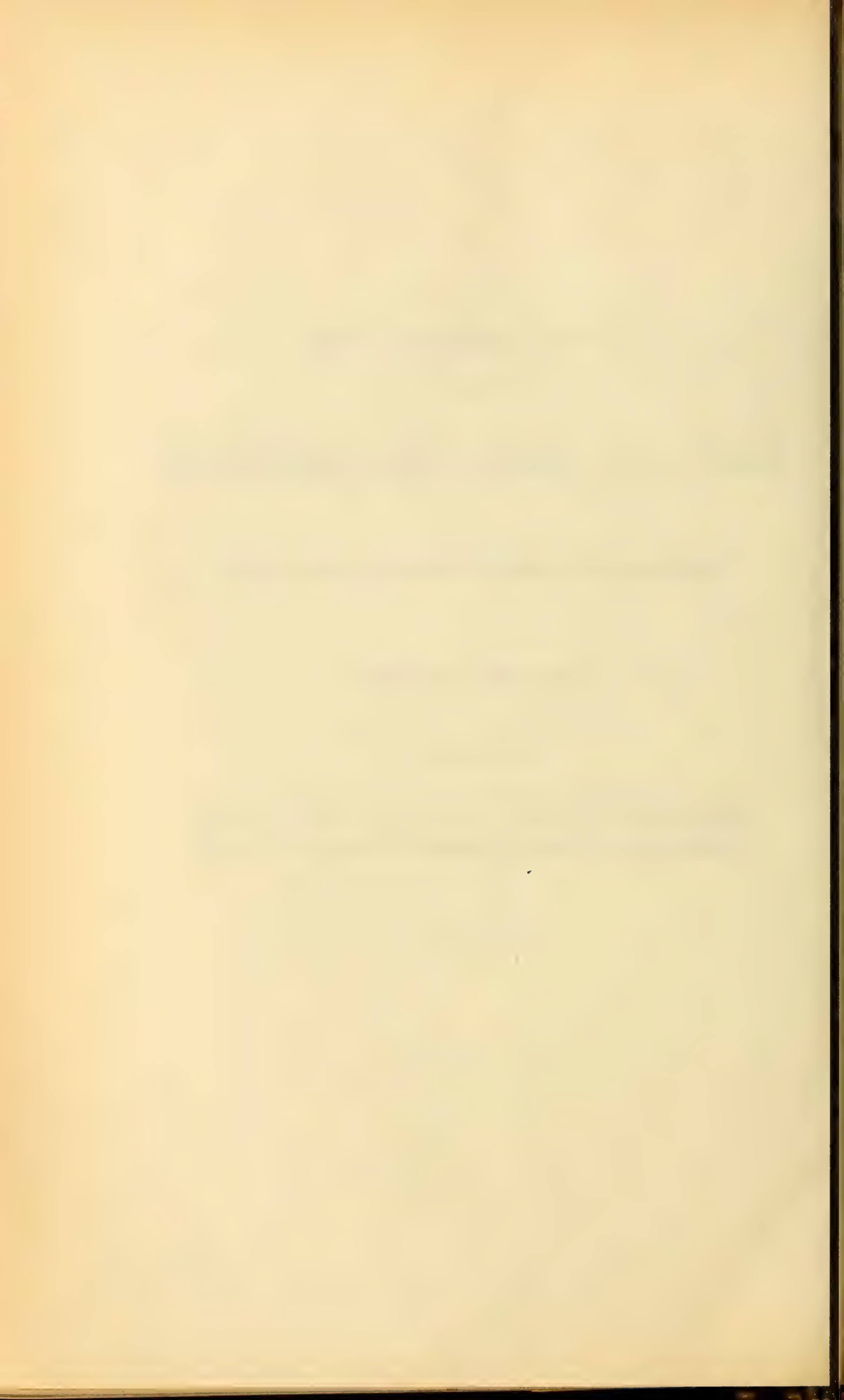
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. IX. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.



Versuche über die Assimilation von Euphrasia (sens. lat.) und über die Transpiration der Rhinantheen

von

Rudolf Seeger.

Aus dem botanischen Institut der k. k. Universität in Innsbruck.

(Vorgelegt in der Sitzung am 20. Oktober 1910.)

Gelegentlich seiner ausgedehnten Studien über die halbparasitischen Rhinantheen hat Prof. Heinricher mit zahlreichen Vertretern dieser Gruppe Versuche unternommen, durch die ihre Assimilationstüchtigkeit nachgewiesen wurde. Die ganze Assimilationsfrage hat eine ausführlichere Behandlung insbesondere im Heft VI der »grünen Halbschmarotzer« gefunden, auf das ich, was alles Historische betrifft, verweise.[1] In dieser Abhandlung beschreibt Heinricher außer einigen schlagenden Assimilationsversuchen mit *Melampyrum* auch Transpirationsversuche mit derselben Gattung. Letztere wurden mit Benutzung der Stahl'schen Kobaltpapiermethode ausgeführt. Über ähnliche Assimilations- und Transpirationsversuche, die ich mit Angehörigen der Gattung *Euphrasia* (sens. lat.) und vergleichshalber mit *Alectorolophus hirsutus* und einigen Autotrophen, unter anderem *Veronica Chamaedrys,* unternahm, möchte ich im folgenden kurz berichten. Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Heinricher, bin ich für die Anregung zu dieser Untersuchung wie für viele Ratschläge zu größtem Danke verpflichtet.

---

[1] E. Heinricher, Die grünen Halbschmarotzer. VI. Zur Frage nach der assimilatorischen Leistungsfähigkeit der grünen, parasitischen Rhinanthaceen. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XLVII, 1910.

I. Assimilationsversuche.

Die Assimilationsversuche erstrecken sich nur auf Angehörige der Gattungen *Euphrasia*, *Odontites* und *Orthantha*. Aus der erstgenannten Gattung hatte ich als Versuchspflanze *Euphrasia Rostkoviana*, jene Art, bei der der Parasitismus, wie die Kulturversuche Heinricher's zeigten, am vorgeschrittensten ist und die, wie aus meinen später zu veröffentlichenden Untersuchungen hervorgeht, unter allen Euphrasien auch das am wenigsten entwickelte Assimilationssystem besitzt. Die Assimilationsversuche speziell mit *Euphrasia Rostkoviana* dürften vielleicht deshalb nicht ohne Interesse sein, weil von Bonnier[1] in seiner von Heinricher u. a. mehrfach kritisch zitierten Abhandlung über die Assimilation der grünen Halbschmarotzer angegeben wird, daß die Assimilationsenergie von *Euphrasia officinalis*, d. i. nach der modernen Terminologie[2] zum größten Teil *E. Rostkoviana*, »sozusagen gleich Null« ist. Heinricher gelangte im Gegensatz zu Bonnier durch seine Kulturversuche zu der Einsicht, daß die Euphrasien ihre Kohlehydrate selbst durch Assimilation zu erzeugen vermögen. Seine ausgedehnteren Assimilationsversuche betreffen aber *Melampyrum*, da er, gerade mit dem Studium dieser Gattung beschäftigt, Kulturen davon zur Hand hatte. Es blieb also die Assimilationstüchtigkeit der Euphrasien immer noch direkt zu prüfen übrig. Wie Pfeffer in seiner »Pflanzenphysiologie« ohne nähere Angaben mitteilt, wurde die Assimilation von »*Euphrasia officinalis*« allerdings bereits im Leipziger Institut nachgewiesen.[3] Pfeffer erwähnt nur die außerordentliche Empfindlichkeit der Chromatophoren dieser Art gegen äußere Störungen und führt darauf das negative Ergebnis der Assimilationsversuche Bonnier's zurück. Meine Assimilationsversuche sind in der Art der Ausführung im wesentlichen eine Wiederholung der von Heinricher mit *Melampyrum* angestellten.

---

[1] G. Bonnier, Sur l'assimilation des plantes parasites à chlorophylle. Comptes rendus des séances de l'académie d. sciences. Tom. CXIII, Paris 1891.

[2] R. v. Wettstein, Monographie der Gattung *Euphrasia*. Leipzig 1896.

[3] Pfeffer, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., I. Bd., p. 287.

Sie bezwecken, zunächst überhaupt das Stattfinden der Assimilation zu zeigen, dann festzustellen, welchen Anteil die Spaltöffnungen der Ober-, beziehungsweise Unterseite des Blattes am Assimilationsgaswechsel nehmen, und endlich auch über die Geschwindigkeit der Abfuhr der gebildeten Stärke aus den Blättern ein Urteil zu ermöglichen. Die Experimente wurden sämtlich mit ausgewachsenen Stengelblättern kräftiger, eben in die Blütenperiode tretender Pflanzen, die eigens dazu gezogen waren, im botanischen Garten in Innsbruck vorgenommen. Versuche in CO_2-freier Atmosphäre oder sonstige Komplikationen waren für meinen Zweck überflüssig, weil wir ja durch die Untersuchungen Böhm's[1] und Arthur Meyer's[2] wissen, daß neu gebildete Stärke in einem vollkommen ausgewachsenen Laubblatt nur von eigener Assimilation desselben herrühren kann. Der Nachweis der Stärke erfolgte in der allbekannten Weise durch die Sachs'sche Jodprobe.[3]

a) **Euphrasia Rostkoviana** Hayne.

Die Versuchspflanze wurde mit dem Dunkelrezipienten bedeckt, nachdem einige Raum und Licht nehmende Nachbarpflanzen abgeschnitten worden waren. Sie blieb verdunkelt vom 25. Juli 7^h abends bis 26. Juli 9^h 10^m vormittag. Um diese Zeit wurde die eine Spreitenhälfte von drei Blättern oberseits, von zweien unterseits, von zwei anderen beidseitig mit Kakaowachs bestrichen. Die andere Hälfte der Spreite blieb bei allen Blättern frei.[4] Ein gleich nach Entfernung des Dunkelrezipienten der Jodprobe unterworfenes Blatt blieb gelblichweiß, war also stärkeleer. Um 11^h 10^m vormittag des 27. Juli wurden die übrigen Blätter geprüft. Blätter ohne Kakaowachsüberzug enthielten Stärke in Menge, ebenso die frei gelassenen

---

[1] J. Böhm, Über Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern. Diese Sitzungsberichte, I. Abt., 1876, Bd. 73, p. 39.

[2] A. Meyer, Über die Assimilationsprodukte der Laubblätter angiospermer Pflanzen. Botan. Ztg., 43, p. 417.

[3] J. Sachs, Gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie. I. Bd., p. 355 ff.

[4] Vgl. E. Stahl, Einige Versuche über Transpiration und Assimilation. Botan. Ztg., 1894.

Hälften der einseitig bestrichenen Blätter (Jodprobe kohlschwarz). Die beiderseits bestrichenen Blatthälften erwiesen sich als vollkommen stärkeleer; fast frei von Stärke waren auch die nur unterseits bestrichenen Blatteile (Jodprobe hellbraun). Jene Blatthälften, deren Spaltöffnungen nur oberseits verklebt gewesen waren, hatten zwar viel weniger assimiliert als die ohne Verklebung gelassenen, doch erwies sich die Wirkung des Bestreichens der Oberseite als lange nicht so stark wie die der Verstopfung der unterseitigen Spaltöffnungen, denn die oberseits bestrichenen Blatteile wurden bei der Jodprobe noch schwarzbraun bis schwarz. Dieses Verhalten machte es notwendig, die Versuchsblätter auf die Spaltöffnungsverteilung zu untersuchen. Als ein mittleres Verhältnis stellte sich bei diesen Blättern folgendes heraus: Anzahl der Spaltöffnungen pro Quadratmillimeter oben 100, unten 130.[1] Nachdem also die Spaltöffnungszahl für oben bei diesen Blättern nahe an die für die Unterseite gefundene heranreicht, könnte man eine verhältnismäßig viel größere Wirkung der Verstopfung der oberseitigen Spaltöffnungen auf die Assimilation vermuten, als die Beobachtung lehrte. Das Resultat der Versuche erklärt sich ohne Zweifel aus der spezifischen Funktion des Schwammparenchyms als Durchlüftungsgewebe. Indem nämlich beispielsweise auf 1 cm^2 der Blattunterseite die Stomata undurchgängig gemacht werden, wird eine viel größere Zelloberfläche von der Zufuhr kohlensäurehaltiger Luft abgeschnitten, als wenn dieselbe Fläche der Epidermis der Oberseite des Blattes undurchlässig gemacht wird, deren Spaltöffnungsporen in ein relativ wenig ausgebildetes System von Interzellularen führen. Daß aber die Stomata der Blattoberseite doch von ziemlicher Bedeutung für die Assimilation sind, zeigen die beschriebenen Versuche. Ihre Wirkung besteht wohl darin, daß sie einen Durchzugsstrom von Luft durch das ganze Blatt ermöglichen und so die Menge der Kohlensäure, die in das Mesophyll gelangt, vermehren.

Die beschriebene Versuchsreihe erweist das Stattfinden energischer Assimilation bei *Euphrasia Rost-*

---

[1] Vergleiche aber auch das bei Besprechung der Transpirationsversuche (p. 995) über die Spaltöffnungszahlen Gesagte.

koviana und zeigt den Einfluß der Wegsamkeit der Spaltöffnungen auf die Intensität derselben. Mehrere Kontrollversuche hatten dasselbe Ergebnis wie der beschriebene. Besonders erwähnen möchte ich nur noch eine Reihe von Versuchen mit *Euphrasia Rostkoviana*, weil sie so augenfällig zeigt, welch hohen Einfluß auch hier die Lichtstärke auf die Assimilation ausübt.

Im Kulturbeet hatten die Wirtspflanzen (*Capsella, Polygonum* und verschiedene Gartenunkräuter) eine kräftige *Euphrasia*-Pflanze derart überwuchert, daß sie nur mehr mit der äußersten Spitze aus dem dichten umgebenden Pflanzenwuchs hervorsah. Bei dieser *Euphrasia* zeigten sich mehrere vom Grunde des Stengels genommene Blätter am 25. Juli um 3^h nachmittags ganz stärkeleer, während gleichzeitg freier stehende Artgenossen mit Stärke vollgefüllte Blätter hatten. Entweder war also in den untersuchten Blättern gar kein Kohlehydrat gebildet worden oder nur so wenig, daß das Assimilationsprodukt sofort zu den Vegetationspunkten und zu den in Entfaltung begriffenen Blüten abgeführt worden war, so daß es gar nicht zur Stärkeablagerung kam. Es war nun interessant, zu beobachten, wie sich diese Pflanze bei guten Beleuchtungsverhältnissen verhielt. Um solche zu erzielen, wurden um 3^h nachmittags die störenden Nachbarpflanzen abgeschnitten. 4 Stunden nachher, um 7^h abends, fand ich in einem anderen von der Basis des Stengels genommenen Blatte Speicherung geringer Stärkemengen. Am nächsten Tage enthielt das Paarblatt des zuerst leer gefundenen schon um 9^h 30^m morgens sehr reichliche Stärkemengen. Dieses Beispiel zeigt drastisch, wie kräftig gedeihende Wirtspflanzen imstande sind, die Euphrasien durch Lichtentzug zu schädigen und allmählich ganz zu unterdrücken, was sich auch in den Kulturen Prof. Heinricher's mehrfach zeigte.[1]

Endlich wurden noch, um die Geschwindigkeit der Abfuhr der Assimilate zu ermitteln, am 25. Juli 3^h 30^m nachmitags zahlreiche Blätter einer starken frei stehenden Pflanze ober- und

---

[1] Vgl. z. B. Die grünen Halbschmarotzer, II, p. 391. Jahrb. f. wiss. Bot., XXXII.

unterseits mit Kakaowachs bestrichen, aber so, daß die eine Hälfte der Spreite unbedeckt blieb. Ein sofort entnommenes Probeblatt enthielt reichlich Stärke; die anderen Blätter wurden in Zwischenzeiten der Jodprobe unterworfen. Nach 40 Minuten war bereits ein sehr geringer Unterschied im Farbenton zwischen bestrichener und freier Blatthälfte bemerkbar. Erst nach 2 Stunden aber konnte die Verschiedenheit der Färbung als sehr auffallend bezeichnet werden. Nach $3^1/_2$ Stunden war noch ein beträchtlicher Rest von Stärke in der bedeckten Blatthälfte vorhanden. Am nächsten Tage um 9^h 30^m früh enthielt die bedeckte Hälfte keine Spur von Stärke, während die freie voll von solcher (offenbar seit Sonnenaufgang gebildeter) war. Diese Versuchsreihe zeigt, daß auch die Ableitung der Assimilate aus den Blättern von *Euphrasia Rostkoviana* vollkommen normal erfolgt.

b) **Odontites verna** (Bell.) Dum. und **Orthantha lutea** (L.) Kern.

Analoge Versuche wie mit *E. Rostkoviana* wurden mit *Odontites verna* und *Orthantha lutea* vorgenommen. Sie hatten dasselbe Resultat wie jene. Es ergab sich vollkommen normale Stärkebildung.

Ganz wie bei *E. Rostkoviana* stellte sich auch hier heraus, daß durch Verstopfung der oberseitigen Stomata zwar eine beträchtliche Verminderung der Assimilationstätigkeit verursacht wird, daß diese Hemmung aber lange nicht so groß ist, wie wenn die Blattunterseite für die Luft undurchlässig gemacht wird. In letzterem Falle wird nämlich auch bei diesen Arten die Assimilation fast gänzlich verhindert.

Diese Resultate wurden durch mehrere Versuchsreihen, die übereinstimmende Ergebnisse hatten, gewonnen. Die verschiedene Wirkung der Stomata der Ober- und Unterseite des Blattes erklärt sich in derselben Weise wie bei *E. Rostkoviana*.

Mit *Odontites* wurde auch noch eine Versuchsreihe zum Nachweis der Geschwindigkeit der Stärkeabfuhr angestellt, die zeigte, daß diese in derselben normalen Art und Zeit erfolgt wie bei *E. Rostkoviana.*

II. Transpirationsversuche.

Die wichtigste, durch diese Experimente zu beantwortende Frage war die, ob die Transpiration der halbparasitischen Rhinantheen stärker ist als diejenige nichtparasitischer Pflanzen. Es waren also außer Rhinantheen (*Alectorolophus*, *Odontites*, *Euphrasia*, *Orthantha*) auch noch eine Reihe autotropher Pflanzen in die Versuche einzubeziehen. Um einen allgemeinen Überblick über die Transpirationsstärke zu gewinnen, wurden zunächst Kobaltpapierversuche unternommen. Durch solche wurde auch festgestellt, welchen Anteil die Ober- und Unterseite des Blattes an der Wasserabgabe nehmen. Um aber das Verhältnis der Transpirationsgröße der verschiedenen Arten zahlenmäßig zu bekommen, wurden Versuche mit der Wage notwendig.

A. Kobaltpapierversuche.

Die Versuchsanstellung war ganz die von Stahl beschriebene.[1] Die zu prüfenden Blätter wurden zwischen mit fünfprozentiger Kobaltchlorürlösung getränktes, sorgfältig getrocknetes Filtrierpapier gelegt und so zwischen zwei Objektträgern mit Bindfaden befestigt. Geringe Spuren von Feuchtigkeit bewirken Rotfärbung des trocken blauen Papiers. Bei sehr gründlicher Durchfeuchtung bilden sich im Papier Blasen.

a) **Euphrasia Rostkoviana** Hayne.

Ich beschreibe nur den Verlauf des letzten Versuches, weil die übrigen alle gleich verliefen. Am 21. Juli wurde um 4^h 15^m nachmittags eine kräftige Pflanze ausgezogen und im Schatten bei zirka 30° C. dem Winde ausgesetzt liegen gelassen. Von Zeit zu Zeit wurde mit einem Blatte die Kobaltpapierprobe vorgenommen.

Blatt 1. Genommen und zwischen Kobaltpapier gelegt 4^h 15^m, zeigt sofort oberseits eine deutliche, vom Rande gegen die Mitte fortschreitende Rötung. Unterseits erfolgt diese um einige Sekunden später und im Anfang etwas weniger deutlich.

---

[1] E. Stahl, Einige Versuche über Assimilation und Transpiration. Bot. Ztg., 1894, p. 118.

$4^h\ 22^m$ ist das Kobaltpapier so feucht, daß sich Blasen bilden; unterseits etwas weniger.

$4^h\ 26^m$ ist zwischen Ober- und Unterseite kein Unterschied bemerkbar. Um das ganze Blatt hat sich ein roter Hof gebildet.

Blatt 2. Genommen $4^h\ 30^m$. Die Rötung beginnt schwach oberseits nach wenigen Sekunden, unterseits wieder etwas später. Das Blatt zeigte beim Einlegen bereits geringe Anzeichen beginnenden Welkens.

$4^h\ 35^m$ beiderseits deutliche Rötung.

$4^h\ 45^m$ beiderseits Blasenbildung im Papier.

Blatt 3. $4^h\ 44^m$ in deutlich welkem Zustand zwischen Kobaltpapier gelegt. Nach etwa 10 Sekunden Spuren von Rötung auf beiden Seiten zu bemerken.[1]

$4^h\ 48^m$ beiderseits deutliche Rötung eingetreten.

$4^h\ 51^m$ beiderseits Blasenbildung.

Blatt 4. $4^h\ 54^m$ genommen. Nach 1 Minute oberseits Rötung beginnend, unten erst nach $1^1/_2$ Minuten.

$5^h\ 15^m$ bereits ein roter Hof um das Blatt da.

Blatt 5. $5^h\ 0^m$ genommen. Schon ganz verschrumpft.

$5^h\ 08^m$ deutliche Rötung beiderseits bemerkbar.

$5^h\ 25^m$ keine Änderung mehr.

Blatt 6. $5^h\ 09^m$ zwischen Kobaltpapier gegeben. Brüchigtrocken. Eine Verfärbung des Papieres tritt innerhalb 3 Stunden nicht mehr ein.

Viel schneller folgten alle in dieser Versuchsreihe beschriebenen Stadien des Welkens aufeinander, als ich am selben Tage das Experiment mit einzeln abgeschnitten welkenden Blättern wiederholte. Statt nach 47 Minuten vertrockneten die Blätter schon nach 28 Minuten so weit, daß sie das Kobaltpapier nicht mehr röteten. Der Grund dafür liegt darin, daß hier den Blättern nicht wie in der ersten Versuchsreihe das im Stengel enthaltene Wasser als Reserve zur Verfügung stand. Andere Variationen der Versuchanstellung

---

[1] Wohl vorwiegend oder ausschließlich kutikulare Transpiration, weil in diesem Zustande des Blattes die Spaltöffnungen bereits geschlossen sind. Vgl. p. 995, Anm. 3.

wurden auch gemacht, indem das eine Mal im Schatten, das andere Mal in der heißen Sonne experimentiert wurde. Die Unterschiede in der Intensität der Transpiration in Sonne und Schatten waren sehr bedeutende. Es dauerte z. B. in der Sonne einmal nur 4 Minuten, bis sich im Papier infolge der Feuchtigkeit Blasen bildeten, im Schatten gleichzeitig bei einem gleich frischen Blatte 20 Minuten. Dies war nicht überraschend, da die bedeutende Steigerung des Transpirationskoeffizienten mit der Temperaturzunahme bekannt ist.[1] Bei Versuchen mit nicht gewelkten Blättern aus dem sonnigen Kulturbeet zeigte sich stets, daß die Transpiration am stärksten an jener Blattseite war, deren Epidermis mehr Spaltöffnungen hatte. In der eingehender beschriebenen Versuchsreihe (p. 993 f.) ist dies die Blattoberseite; bei manchen Blättern zählte ich aber mehr Spaltöffnungen auf der Unterseite.[2] Bei diesen trat auch die Rötung des Kobaltpapieres unterseits zuerst ein. Bei Verwendung stärker angewelkter Blätter verschwand der Unterschied zwischen der Transpiration der Ober- und der Unterseite ganz. Dies erklärt sich dadurch, daß in diesen Fällen nur mehr die kutikulare Transpiration wirkte. Die stomatäre Wasserabgabe war durch Verschluß der Spaltöffnungen unterbunden.[3]

b) Andere Rhinantheen.

Am selben Tage, an dem ich den auf p. 993 f. beschriebenen Transpirationsversuch mit *E. Rostkoviana* durchführte, unternahm ich analoge Experimente mit *Odontites verna* und *Orthantha lutea*. An im Schatten bei 30° C. welkenden Sprossen erreichten die Blätter von *Orthantha* innerhalb 40 Minuten, die von *Odontites* nach 50 Minuten jenes Stadium der Trockenheit,

[1] Vgl. das Zitat aus Renner auf p. 1000.

[2] Vgl. p. 990.

[3] Vgl. Blatt 3, 4 und 6, der auf p. 994 f. beschriebenen Versuchsreihe. Der jeweilige Öffnungszustand der Spaltöffnungen läßt sich durch Messung an Flächenschnitten feststellen, die sofort nach der Abnahme mit absolutem Alkohol fixiert werden. Zur Messung sind aber auch bei den Rhinantheen nur solche Stomata verwendbar, unter denen noch etwas Mesophyll an der Epidermis haftet. Vgl. Renner, Beiträge zur Physik der Transpiration. Flora 1910, 100. Bd., p. 493.

in dem sie während mehrerer Stunden Kobaltpapier nicht mehr verfärben. Die Rötung desselben erfolgte durch frische Blätter bei *Orthantha* nach 5 Sekunden unterseits, nach zirka 20 Sekunden oberseits. Bei *Odontites* dauerte es ebenfalls nur wenige Sekunden, bis sich unterseits die ersten Spuren von Rötung zeigten, bedeutend länger (etwa 30 Sekunden), bis auch die Oberseite so viel Wasser abgegeben hatte. Der letztgenannte Umstand ist begreiflich, nachdem sich unterseits fast doppelt so viele Stomata vorfinden als oberseits. Auch bei *Alectorolophus Alectorolophus* Stern. (= *A. hirsutus* All.) trat aus demselben Grunde die Rötung des Kobaltpapieres durch die Unterseite um einige Sekunden früher ein als durch die Blattoberseite.[1]

c) Veronica und andere Autotrophe.

Vergleichshalber machte ich zu gleicher Zeit auch mit einigen autotrophen Phanerogamen Kobaltpapierversuche, die eine bedeutend geringere Transpiration ergaben als die bei den parasitischen Rhinantheen beobachtete. Bei frischen Blättern von *Veronica Chamaedrys* dauerte es 1 bis 3 Minuten, bis die Blattunterseite das Papier rötete; auf die Oberseite drang Feuchtigkeit nur vom Blattrande her ein. Ein Blatt von *Veronica Chamaedrys,* das 45 Minuten lang abgeschnitten gelegen war, verfärbte das Kobaltpapier erst nach 20 Minuten, und zwar nur auf der Unterseite. Bei Verwendung von ganz frischen Blättern rötete sich das Papier bei *Veronica peregrina* nach $^1/_2$ bis 1 Minute oberseits, nach 1 bis 4 Minuten unterseits. Als ich ein Blatt derselben Art 14 Minuten lang welken ließ, zeigte sich schwache Rötung oberseits erst nach 10 Minuten, unterseits nach 15 Minuten.

Bei *Veronica Buxbaumi* (frisch) trat Rötung oberseits nach 2, unterseits nach $^1/_2$ Minute ein.

---

[1] Die Transpiration des Blattes von *Euphrasia* und den anderen genannten Gattungen übertrifft offenbar die von *Melampyrum,* wo fast nur die Unterseite Spaltöffnungen trägt und stomatär transpiriert, diese allerdings ebenso stark wie bei *Euphrasia.* Vgl. Heinricher, Die grünen Halbschmarotzer, VI, p. 563. Jahrb. f. wiss. Bot., XLVII, 1910.

Bei *Lamium album* dauerte es sogar 30 Minuten, trotz Verwendung eines frischen Blattes von sonniger Lage, bis sich das Papier unterseits rötete; oberseits war selbst nach 3 Stunden noch keine Spur von Verfärbung wahrzunehmen.

Die Transpiration der Rhinantheen ist also der dieser Pflanzen weit überlegen.

B. Wägungsversuche.

Die auffallend starke Transpiration der grünen Rhinantheen, die sich besonders in ungemein raschem Welken abgeschnittener oder ausgezogener Pflanzen äußert, wurde bereits mehrfach von verschiedenen Autoren erwähnt, von Heinricher sogar als »geradezu charakteristisch« bezeichnet.[1] Die beschriebenen Kobaltpapierversuche beweisen das Zutreffen dieser Bezeichnung, ja sie ergeben einen bedeutenderen Unterschied, als vielleicht zu erwarten war, indem sich herausstellte, daß die Transpiration der halbparasitischen Rhinantheen der aller darauf untersuchten Autotrophen um ein mehrfaches überlegen ist. Noch exakter ließ sich dieses Verhältnis durch zahlenmäßige Feststellung der Transpirationsgrößen mittels Wägungen dartun.

Zu den Versuchen wurden ausschließlich kräftige, eben sich zur Blüte anschickende Pflanzen verwendet, die vor der Benutzung im Kulturtopf längere Zeit am offenen Fenster im Sonnenschein gestanden waren, so daß die Stomata zu Beginn des Versuchs stets geöffnet waren. Einzelne vollkommen gesunde Blätter wurden abgeschnitten und die Schnittflächen sorgfältig mit Kakaobutter verklebt. Darauf wurde möglichst rasch die erste Wägung vorgenommen. Die Blätter legte ich, um den Luftzutritt von allen Seiten zu ermöglichen, auf ein Gestell von Hölzchen. Die Wage, auf der sich dieses befand, stand auf einem in die Mauer eingelassenen Tische offen an einem Fenster im hellen diffusen Licht. Um die Außen-

---

[1] Heinricher, Die grünen Halbschmarotzer, VI, p. 544 (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XLVII, 1910, p. 544); außerdem z. B. Die grünen Halbschmarotzer, III (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXVI, 1901, p. 732); Wettstein, Monographie der Gattung *Euphrasia*. Leipzig 1896, p. 30; Stahl, Der Sinn der Mycorrhizenbildung (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXIV, 1900, p. 648).

bedingungen möglichst denen im Freien gleichzumachen, ließ ich während der ganzen Versuchsdauer ein zweites, 5 *m* entferntes, Fenster des Versuchsraumes offen stehen. Der Gewichtsverlust der Blätter, d. i. ihre Wasserabgabe, wurde zu Anfang des Versuchs alle 5 oder 10 Minuten, später nach größeren Zwischenzeiten bestimmt.

Euphrasia Rostkoviana Hayne.

I. Versuch: Auf der Wage fünf Blätter, je 1 cm^2 groß. Temperatur $t = 14°$ C., Barometerstand $p = 706$ *mm*, Luftfeuchtigkeit $F = 70\%$.[1]

Gesamtgewicht der fünf Blätter am Beginn des Versuches 0·162 *g*. Gesamtverluste an Wasser während je 10 aufeinanderfolgenden Minuten in Milligramm: 19, 16, 8, 7, 6, 6, 6, 6, 5, 4, 5, 4, 4, $3^1/_2$, $3^1/_2$, $3^1/_2$, dann in 100 Minuten 29 (pro 10 Minuten also durchschnittlich 2·9, doch jedenfalls anfangs mehr als später),[2] endlich während 12 Stunden insgesamt 2 *mg*. Spätere Wägungen ergaben keinen Gewichtsverlust mehr, die Blätter waren also lufttrocken; sie hatten während 4 Stunden 20 Minuten 136 *mg* Wasser, d. i. 85% ihres Gewichtes in frischem Zustand, abgegeben.[3] Die angeführte Zahlenreihe zeigt, daß die Transpiration innerhalb der ersten und auch noch der zweiten 10 Minuten des Versuches bedeutend stärker war als später. Die plötzliche Verminderung der Wasserabgabe nach einiger Zeit ist auf den Verschluß der Spaltöffnungen zurückzuführen. Dieser trat, wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, unter den hier gegebenen Verhältnissen nach etwas weniger als $^1/_2$ Stunde (also in der dritten Zehnminutenperiode) ein. Wenigstens die in den ersten 10 Minuten beobachtete Transpiration dürfte der Wasserabgabe der fünf Blätter an

[1] Diese und die folgenden Angaben sind den »Meteorologischen Beobachtungen an der Universität Innsbruck« entnommen.

[2] Am Schlusse dieser 100 Minuten waren die Blätter bereits bis zur Brüchigkeit ausgetrocknet.

[3] Dieser Wassergehalt kommt dem von Schröder gefundenen Maximum von 90% sehr nahe. Vgl. D. Schröder, Über den Verlauf des Welkens und die Lebenszähigkeit der Laubblätter. Göttingen 1909. Bis zur Brüchigkeit vertrocknete Blätter von *Euphrasia* sind noch nicht tot, sondern erholen sich wieder vollkommen, wenn sie in Wasser gelegt werden.

der Pflanze unter denselben Außenbedingungen entsprechen, höchstens um ein Weniges geringer sein.[1]

II. Versuch: Fünf Blätter, Gesamtfläche $4 \cdot 5\ cm^2$, Gesamtgewicht 187 *mg*, $p = 706\ mm$, $t = 14°$, $F = 70\%$, Wasserabgabe in den ersten 10 Minuten des Versuches 14 *mg*.

Fast gleich groß wie die für *E. Rostkoviana* beobachteten Transpirationswassermengen sind die für die anderen untersuchten Rhinanthaceen gefundenen:

Odontites verna: Vier Blätter, Gesamtfläche $8 \cdot 94\ cm^2$, Gesamtgewicht 195 *mg*, $p = 707\ mm$, $t = 14°$, $F = 80\%$, Wasserverlust in den ersten 10 Minuten 17 *mg*.

Alectorolophus Alectorolophus: Zwei Blätter, Gesamtfläche $3 \cdot 5\ cm^2$, $p = 712\ mm$, $t = 22°$, $F = 50\%$, Gesamtgewicht 117 *mg*. Wasserabgabe in den ersten 10 Minuten 12 *mg*.

Auch diese Zahlen lassen sich zwar bei Berücksichtigung der verschieden großen Blattfläche bereits einigermaßen vergleichen, doch würde eine derartige Zusammenstellung noch nicht das wahre Verhältnis darstellen, da die einzelnen Versuche bei verschiedenen Transpirationsbedingungen (p, t, F) ausgeführt wurden. Um eine direkte Vergleichbarkeit der Resultate zu erzielen, müssen wir zu einer Umrechnung greifen. Die dazu nötige Formel ergibt sich aus den neuen, ausgezeichneten Untersuchungen O. Renner's über die Physik der Transpiration,[2] der die von Brown und Escombe[3] gegebenen Formeln für die Wasserabgabe des Laubblattes verbesserte und erst brauchbar machte. Mit Hilfe der Renner'schen Formel sind wir jetzt in der Lage, aus den anatomischen Verhältnissen die Menge des durch Transpiration vom Blatte abgegebenen Wassers für gewisse äußere Verhältnisse (p, t, F) in überraschend genauer Weise zu berechnen.

Renner gibt für die Transpiration eines Laubblattes in ruhiger Luft im Zeitraum von 1 Minute folgende Formel an:

---

[1] Vgl. auch die Berechnung auf p. 37, Anm. 1.

[2] Renner O., Beiträge zur Physik der Transpiration. Flora 1910, 100. Bd., 4. Heft.

[3] Brown und Escombe, Static diffusion of gases and liquids in relation to the assimilation of carbon and translocation in plants. Philos. Transact. Roy. Soc. London, Ser. *B*, Vol. XCIII, 1900.

$$T = \frac{R^2 \pi k \rho . 60}{\frac{R}{4} + \frac{l + \frac{r\pi}{2}}{n . r^2 \pi}}$$

In dieser Formel[1] sind die »Außenbedingungen« (p = Barometerstand, t = Temperatur in Celsiusgraden, F = Luftfeuchtigkeit in Prozenten) in den Ausdrücken k und ρ enthalten:

$$k \doteq 0 \cdot 230 \left(\frac{273+t}{273}\right)^2 \cdot \frac{760}{p}. \quad \text{(Anm. 2)}$$

ρ = Gewicht eines Kubikzentimeters Dampf von der Sättigung $(100-F)\%$ bei der Temperatur t.[3]

In den übrigen in der Formel enthaltenen Werten kommt die Größe und anatomische Beschaffenheit des Blattes zum Ausdruck:

$R^2\pi$ = Fläche eines Blattes. Bei amphistomatischen Blättern (z. B. der angeführten Rhinantheen) doppelt zu nehmen.

$R = \sqrt{\frac{R^2\pi}{\pi}}$.

l = Länge des Porus (Höhe der Schließzellen, an Querschnitten zu messen).

r = Radius der auf einen Kreis umgerechneten Querschnittsfläche des Porus (Zentralspalte) ergibt sich aus dem längeren (a) und kürzeren (b) Durchmesser des Porusquerschnittes:

$$r^2\pi = \frac{ab\pi}{4}; \quad r = \sqrt{\frac{ab}{4}}.$$

[1] In Renner's Abhandlung (l. c., p. 494) fehlt versehentlich bei der endgültigen Zusammenstellung der Formeln für Transpiration in bewegter und ruhiger Luft in der zweiten Formel der Multiplikator 60.

[2] Nach Brown und Escombe, l. c.

[3] Renner's Werte und auch die meinen für ρ sind berechnet aus den Tabellen bei: Kohlrausch, Kleiner Leitfaden der praktischen Physik. Leipzig 1900, p. 250.

n = mittlere Anzahl von Spaltöffnungen auf 1 cm^2 des Blattes.[1]

Aus der angeführten Formel folgt, daß sich die Transpirationsgröße T_1 (bei p_1, t_1, f_1) zu T verhält wie $k_1 \rho_1$ zu $k\rho$.[2] Es läßt sich also, wenn man die Transpiration eines Blattes bei p, t, F und somit $k\rho$ kennt, berechnen, wie groß sie bei p_1, t_1, F_1 wäre. Damit haben wir ein Mittel an der Hand, die Mengen des transpirierten Wassers zweier Blätter, die wir bei verschiedenen Außenbedingungen beobachtet haben, unmittelbar vergleichbar zu machen.

Als Grundlage für die folgende vergleichende Zusammenstellung nehme ich folgende Verhältnisse an:

Größe des Blattes, beziehungsweise der Blätter im ganzen 5 cm^2.[3]

$$p_1 = 706,\ t_1 = 14,\ F_1 = 70,$$

also

$$k_1 = 0 \cdot 2744,\ \rho_1 = 0 \cdot 00000484.^4$$

In die folgende Tabelle sind gleich auch die umgerechneten Resultate von Wägungsversuchen mit *Veronica*, *Lamium* und *Impatiens*, die auf dieselbe Weise wie die Zahlen für die Wasserabgabe der Rhinantheenblätter gewonnen sind, aufgenommen. Außerdem wurde es durch die angeführte Art der Umrechnung auch möglich, mehrere Ergebnisse O. Renner's zum Vergleich heranzuziehen (*Nuphar, Hydrangea, Gentiana, Rhododendron, Callisia, Tradescantia*).

---

[1] Die Berechnung für die zu »Versuch I« (p. 998 f.) verwendeten 5 Blätter von *Euphrasia Rostkoviana* ausgeführt. $R^2\pi = 1\ cm^2$, gesamte transpirierende Fläche also $1 . 5 . 2 = 10\ cm^2$, $R = 0 \cdot 056\ cm$, $l = 0 \cdot 0007\ cm$ (gemessen bei Vg. 850), $r = \sqrt{\frac{6 \cdot 8 . 1 \cdot 3}{4}}\ \mu = 0 \cdot 0015\ cm$, ρ (bei $t = 14°$ und $F = 70\,\%$) $=$ $0 \cdot 00000484$, k (bei $p = 706$ und $t = 14°$) $= 0 \cdot 2744$, $n = 11500$. Daraus ergibt sich $T = 0 \cdot 002188\ g$ pro Minute. Die stomatäre Wasserabgabe der 5 Blätter in 10 Minuten wäre also nach der Berechnung aus der Anatomie = **0·0219** g. Beobachtet wurde **0·019** g.

[2] Dies gilt natürlich nur insofern, als durch die Variation von t und F nicht auch r (die Öffnungsweite der Zentralspalte, vgl. p. 1000) beeinflußt wird.

[3] Der geringe Unterschied, ob sich die 5 cm^2 Blattfläche auf mehrere Blätter verteilt oder nicht, wurde mangels einer Formel vernachlässigt.

[4] Vgl. p. 998 und Anm. 1 auf dieser Seite.

Art	Wasserabgabe in Milligramm innerhalb 10 Minuten		Art	Wasserabgabe in Milligramm innerhalb 10 Minuten	
Euphrasia Rostkoviana	I.	19	*Gentiana lutea*	I.	7·5
	II.	18		II.	3·4
				III.	3·4
Odontites verna		19	*Tradescantia viridis* .		3·8
Alectorolophus Alectorolophus		17	*Callisia repens*	I.	2·8
				II.	1·8
Veronica Chamaedrys		6		III.	2·0
Lamium album		3·3	*Hydrangea hortensis*		1·8
Impatiens noli tangere		6	*Rhododendron hybridum*		0·48
Nuphar luteum (Luftblatt)	I.	4·0			
	II.	3·2			

Auch aus dieser Zusammenstellung ist klar ersichtlich, daß mindestens die speziell untersuchten, wohl sicher aber auch die übrigen Rhinantheen eine sehr starke Wasserabgabe durch Transpiration aufweisen, die derjenigen der angeführten autotrophen Pflanzen, auch soweit sie derselben Familie (*Veronica*) angehören, beiweitem überlegen ist. So wird z. B. sogar *Nuphar*, ein extremer Hygrophyt, in der Wasserabgabe von den Euphrasien um nahezu das Fünffache, die »Mesophyten«[1] *Callisia repens, Lamium album* und *Gentiana lutea* um das Sechs- bis Siebenfache übertroffen. Am bedeutendsten ist der Unterschied, wie zu erwarten, gegenüber Xerophyten, wie *Rhododendron*, dessen Transpiration gegen die der *Euphrasia*-Arten und des *Alectorolophus* um ungefähr das Vierzigfache zurückbleibt.

Dieses Ergebnis bildet eine neue Bestätigung für die von Prof. Heinricher aus seinen Kulturversuchen gewonnene Anschauung, daß der Parasitismus der Rhinanthaceen in erster Linie auf die Entnahme von

[1] Vgl. Renner, l. c., p. 506.

Wasser und von in diesem gelösten Nährsalzen aus den Wirtswurzeln gerichtet ist. Die erhöhte Transpiration bewirkt nämlich notwendig eine stärkere Zufuhr von Wasser und damit Salzen und stellt so eine zweckmäßige Anpassung an diese Art des Parasitismus dar.

Dieses Bedürfnis nach außerordentlich starker Transpiration bringt es auch dem Verständis näher, daß die Rhinantheen, und zwar gerade in erster Linie die *Euphrasia*- (sens. lat.) und *Alectorolophus*-Arten so hochentwickelte Ersatzapparate für die verhinderte Transpiration in den wasserausscheidenden Drüsen besitzen. Solche kommen ja auch bei anderen Pflanzen unserer Flora vor, aber doch kaum irgendwo in solcher Menge wie hier, wo sie oft nahezu die ganze Blattunterseite bedecken und nur kleine Inseln zwischen sich frei lassen, die dann von den Spaltöffnungsapparaten eingenommen werden.

Zusammenfassung.

1. *Euphrasia Rostkoviana*, *Odontites verna* und *Orthantha lutea* sind, wie die Versuche zeigen, einer ausgiebigen eigenen Kohlenstoffassimilation fähig.

2. Durch Bestreichen der Blattunterseite mit Kakaowachs wird die Assimilation bei allen drei Arten fast ganz verhindert; die hemmende Wirkung der Verstopfung der oberseits gelegenen Spaltöffnungen dagegen ist gering, trotzdem deren Anzahl nicht unbedeutend ist. Dies erklärt sich aus der spezifischen Funktion des unterseits gelegenen Schwammparenchyms als Durchlüftungsgewebe.

Die Spaltöffnungen der Blattoberseite scheinen die Assimilation nur dadurch zu fördern, daß sie einen Durchzug von kohlensäurehältiger Luft durch das ganze Blatt ermöglichen.

3. Die Ableitung der Assimilate aus einem mit Stärke gefüllten Blatt erfolgt bei *Euphrasia Rostkoviana, Odontites verna* und *Orthanta lutea* in präziser Weise.

4. Bei den genannten Rhinantheen sind die Spaltöffnungsapparate vollkommen beweglich. Verschluß der Spaltöffnungen tritt ein, sobald das Blatt schlaff zu werden beginnt.

5. Gleich nach Verschluß der Spaltöffnungen sinkt die Wasserabgabe plötzlich bedeutend (Aufhören der stomatären Transpiration; nur mehr die kutikulare bleibt wirksam). Läßt man die Pflanze weiter welken, so nimmt die Wasserabgabe allmählich gleichmäßig ab, bis das Trockengewicht erreicht ist. Bis zu diesem Zeitpunkt gaben in den beschriebenen Versuchen *Euphrasia Rostkoviana* und *Odontites verna* 60 bis 85 %, *Alectorolophus* zirka 70 % ihres Gewichtes in Form von Wasserdampf ab.

6. Wie der Vergleich mit autotrophen Pflanzen lehrte, ist die Wasserabgabe bei den angeführten Rhinantheen eine relativ sehr bedeutende. Sie ist mehrmals größer als bei allen von O. Renner und mir darauf untersuchten Autotrophen. Z. B. gibt ein Blattstück von *Euphrasia Rostkoviana* oder *Odontites verna* fünfmal mehr Wasser ab wie ein gleichgroßes von *Nuphar luteum* (Luftblatt), sechs- bis siebenmal mehr als *Gentiana*, *Callisia*, *Lamium* und andere Mesophyten, 40mal mehr als *Rhododendron* (Xerophyt!). Auch die derselben Familie der Scrophulariaceen angehörige *Veronica Chamaedrys* wird in der Wasserabgabe durch Transpiration mehrfach (um mehr als das Dreifache) übertroffen.

7. Diese große Intensität der Transpiration hängt offenbar mit der Eigenart des Parasitismus der Rhinantheen zusammen, der nach den Ergebnissen Heinricher's vorwiegend auf den Erwerb der nötigen Nährsalze gerichtet ist.

8. Das außerordentliche Bedürfnis nach Wasserabgabe macht es verständlich, daß gerade die Rhinantheen in den fast durchgehends einen sehr großen Teil der Blattunterseite einnehmenden Trichomhydathoden (»Schilddrüsen«) einen so hochentwickelten Ersatzapparat für die Transpiration besitzen.

Adriatische Planktoncopepoden

von

Prof. Dr. **Adolf Steuer** (Innsbruck).

(Mit 6 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 27. Oktober 1910.)

Durch die Arbeiten von Claus, Graeffe und Car sowie durch meine eigenen Untersuchungen sind bisher etwa ein halbes Hundert Arten planktonischer Copepoden aus der Adria bekannt geworden. Von den vom verstorbenen Prof. R. Burckhardt im Juni 1907 vor Ragusa gefischten Copepoden sind nur die Sapphirinen und Copilien von mir (1907) publiziert worden. In die folgenden Listen sind die gesamten während dieser Fischereifahrt gesammelten Copepoden mitaufgenommen.

Während der beiden Fahrten des Dampfers »Rudolf Virchow« der Deutschen zoologischen Station in Rovigno in den Jahren 1907 und 1909 wurden 65 Copepodenspecies gefischt, von denen etwa die Hälfte bisher noch nicht in der Adria, zum Teil auch noch nicht im Mittelmeer gefunden worden war. Drei davon sind für die Wissenschaft neu. Die Zahl der adriatischen Planktoncopepoden steigt damit auf 90.

Der Hauptzweck unserer Fahrt war lediglich der, zur systematischen Verarbeitung des adriatischen Planktons Untersuchungsmaterial zu sammeln. Wenn unsere nur fünftägige, mit so bescheidenen Mitteln ins Werk gesetzte Fahrt zur Klärung

[1] Das Material zur vorliegenden Arbeit wurde auf zwei Fahrten des Dampfers »R. Virchow« der Deutschen zoologischen Station in Rovigno in den Jahren 1907 und 1909 gesammelt. Auf der ersten Fahrt fischte der damalige Leiter dieser Anstalt † Prof. R. Burckhardt, an der zweiten Fahrt, deren Zustandekommen wir dem inzwischen ebenfalls verstorbenen Direktor des Berliner Aquariums, Dr. O. Hermes, verdanken, nahmen teil: Dr. T. Krumbach, derzeit Leiter der zoologischen Station in Rovigno, Dr. B. Schröder (Breslau), stud. med. H. Hermes und der Verfasser. Die Ergebnisse dieser Fahrten sollen in zwangsloser Folge hier mitgeteilt werden.

allgemeiner Fragen der adriatischen Planktonkunde mehr beigetragen haben sollte, als wir erwartet, so ist das wohl in erster Linie ein Verdienst des unermüdlichen Leiters unserer Expedition, Dr. Th. Krumbach. Ihm sowie den anderen arbeitsfreudigen Teilnehmern der Fahrt sei daher auch an dieser Stelle herzlichst gedankt. Für verschiedene Auskünfte, Bestimmungen und Materialsendungen bin ich noch zu Dank verpflichtet den Herren Prof. E. Ehrenbaum (Hamburg), Kustos A. Handlirsch, Dr. C. Holdhaus und Fr. Kohl (Wien), Dr. H. Micoletzky (Czernowitz), Dr. O. Pesta (Wien), A. Scott (Barrow) und Ing. C. van Douwe (München).

I. Allgemeiner Teil.

1. Bemerkungen über die horizontale und vertikale Verteilung der adriatischen Planktoncopepoden.

Unsere Adria gehört als Teil des Mittelmeeres zu den in quantitativer Hinsicht planktonarmen Warmmeeren. Als ich im Sommer des Jahres 1905 gelegentlich einer Reise von Triest nach Ägypten in der Adria kontinuierlich mittels der Schiffspumpe Plankton sammelte, war mir aufgefallen, daß der Planktongehalt ständig abnahm, je weiter wir uns von Triest entfernten. Ich benutzte damals das Auslaufsrohr der Kühlwasserpumpe für das Trustlager der Propellerwelle. Das an dem Auslaufsrohr befestigte Müllergazesäckchen konnte anfangs schon nach je 6 Stunden abgenommen werden, um das zurückgehaltene Plankton noch lebend untersuchen zu können. In der südlichen Adria und noch mehr im östlichen Mittelmeer reichte die doppelte Zeit kaum hin, eine für die mikroskopische Untersuchung genügende Menge Plankton auf diese Weise zu erhalten.

Während der Expedition im Sommer 1909 (Fig. 1 *a, b*) nun fischte ich regelmäßig mit dem »mittleren Planktonnetz«. Das größte Volumen (9 cm^3) ergab tatsächlich der erste Fang (vor Barbariga). Allerdings muß bemerkt werden, daß es sich hier um einen Nachtfang handelte ($1^h\ 5^m$ Mitternacht) im seichten Küstenwasser (30 *m*). Daraus dürfte auch das planktonische Vorkommen des *Diosaccus* zu erklären sein. Im Quarnero

sinkt die Rohvolumenkurve auf 5 cm^3, vor Lussin fällt sie auf 4 cm^3, um im Kanal von Selve wieder auf 5 cm^3 zu steigen und südlich von Zara abermals auf 4 cm^3 zu sinken. Bei S. Vito wird sodann das Minimum (1·6 cm^3) erreicht, worauf dann aus

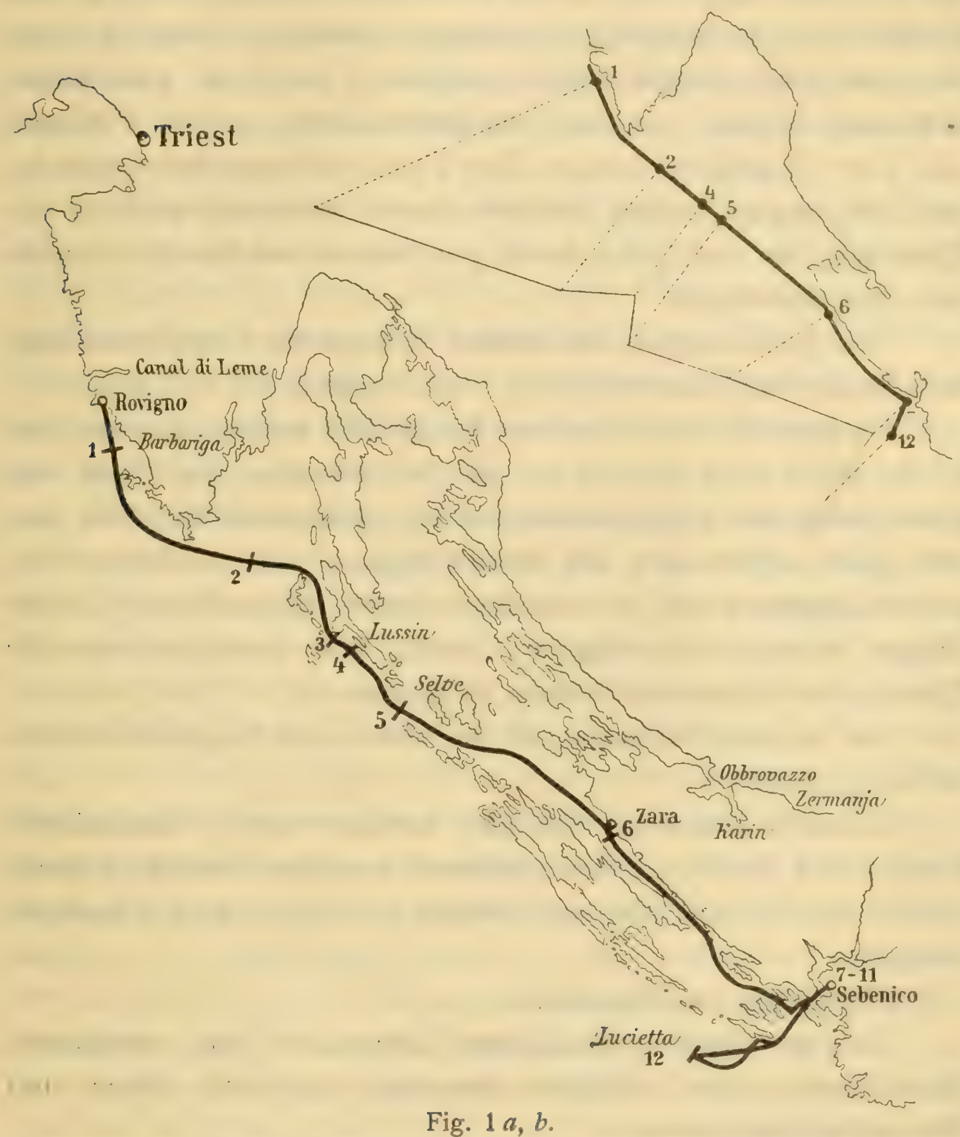


Fig. 1 *a*, *b*.
Reiseroute des »Rudolf Virchow«, 28. Juli bis 1. August 1909. 1 bis 12 Fangstationen. Rechts oben Planktonrohvolumenkurve.

dem 200 *m* tiefen Wasser bei Lucietta nur 3·5 cm^3 Plankton sich absetzen.

Wenn somit die Planktonquantität im allgemeinen nach dem Süden abnimmt, nimmt die Artenzahl der Planktoncopepoden im selben Maße zu. Das Küstenplankton ist

ärmer an Copepodenarten als das Plankton der offenen See. Es wurden z. B. erbeutet: vor Barbariga 15 Arten, vor Zara 14. Größere Artenzahl weisen schon die Fänge aus dem Quarnero (20), vor Lussin (22) und im Kanal von Selve (31 Arten) auf. Es ist wohl kein Zufall, daß hier auch verhältnismäßig viele Fischeier und Jungfische gefangen wurden, nämlich zirka 40 Eier und ebenso viele Jungfische pro 1 m^2 Oberfläche, während südlich von Zara im Durchschnitt nur 15 Fischeier auf 1 m^2 Oberfläche kamen. Der Fischreichtum des Quarnero und der angrenzenden Gebiete kommt demnach auch in der Quantität der dort gefundenen planktonischen Fischbrut deutlich zum Ausdruck.

Die größte Artenzahl endlich weisen die Copepodenlisten der Fänge von Lucietta (31 sp.) und Ragusa (42 sp.) auf.

Da nun im vorstehenden festgestellt werden konnte, daß in der Adria nach Norden zu mit der Abnahme der Tiefe eine Verarmung der Copepodenfauna in qualitativer Hinsicht parallel geht, ergibt sich die Notwendigkeit, die nördliche Verbreitungsgrenze für die einzelnen Arten festzustellen. Unsere Fänge lehren diesbezüglich, wenn wir zunächst nur die *Gymnoplea* in Betracht ziehen, folgendes:

Nur im tiefen Wasser auf der Höhe von Ragusa wurden bisher gefangen:

Calanus gracilis, Aetideus mediterraneus, Scolecithrix bradyi und *dentata, Pleuromamma gracilis, Lucicutia flavicornis* und *clausi, Heterorhabdus papilliger* und *Candacia simplex.*

Bis Lucietta dringen vor:

Calanus minor, Eucalanus attenuatus und *monachus, Mecynocera clausi, Aetideus armatus, Euchaeta hebes* und *Haloptilus longicornis.*

Im Kanal von Selve finden vorläufig ihre Verbreitungsgrenze die Arten:

Calanus tenuicornis, Ctenocalanus vanus und *Candacia pectinata.*

Die bisher namhaft gemachten Arten sind offenbar auf das Leben im offenen Meer angewiesen und können nur im tieferen Wasser (etwa 100 m) dauernd gedeihen. Zu ihnen

gehören verhältnismäßig große Formen (Maximum: *Eucalanus attenuatus*, 3·1 bis 4·85 *mm*).

Von Lussin nordwärts beherrschen das Plankton zum Teil über die ganze Adria verbreitete Kleincopepoden, Vertreter der Gattungen *Paracalanus (parvus)*, *Clausocalanus (arcuicornis* und *furcatus)*, *Centropages (typicus)* und *Temora (stylifera)*, denen sich wegen der Seichtheit und Küstennähe dieses Gebietes typisch neritische Formen zugesellen, wie z. B. *Acartia clausi*.

Wir haben es hier mit Vertretern jener Gruppe planktonischer Organismen zu tun, für die Lo Bianco den Terminus Phaoplankton aufgestellt hat. Die Phaoplanktonten sind größtenteils von geringer Körpergröße, in ihrer vertikalen Ausbreitung auf die oberste, hell beleuchtete, 30 *m*-Schichte beschränkt, gegen erhebliche Schwankungen der Temperatur und des Salzgehaltes unempfindlich.

Bezüglich der Körpergröße machen unter den phaoplanktonischen Copepoden nur die Pontelliden eine bemerkenswerte Ausnahme (*Pontella lobiancoi* wird über 4 *mm* groß). Sie gehören einer besonderen, im Detail noch wenig untersuchten biologischen Untergruppe des Phaoplanktons an, deren Heimat die oberflächlichste Wasserschichte der offenen See ist, deren Eigenart sich am besten in dem dichten Getriebe der Tierströme, der Zoocorrenten, zu erkennen gibt. Wir hatten auf unserer Reise Gelegenheit, eine derartige zirka 20 *m* breite Zoocorrente an der Südostküste von Lussinpiccolo zu beobachten (10^h vormittags, 28. Juli 1909). Schon von Bord aus konnte man die Luftsprünge der Pontelliden gut beobachten. Jungfische, größere von *Rhamphistoma belone* und kleinere von *Mullus* (wahrscheinlich *barbatus*[1]) fliehen vor dem Dampfer. Letztere scheinen aus dem Wasser dabei etwas aufzutauchen, so daß man ihre Bewegungen noch auf größere Entfernungen an den kleinen Bugwellen verfolgen kann, die sie beim Dahinschießen auf der öligen glatten Wasseroberfläche erzeugen. Eine ähnliche Beobachtung machte auch Lo Bianco (1908, p. 37): »...la loro presenza vien solo constatata quando essi, trovandosi per caso a fior d' acqua, per l' appressarsi del

[1] Bestimmt von Herrn Prof. E. Ehrenbaum (Hamburg).

galleggiante, con rapidissimi movimenti fuggono via spaventati, lasciandosi dietro una minuscola scìa facilmente visibile dal pescatore«.

Für die größeren Tiere der Zoocorrenten (Jungfische, Pontelliden, Zoëen) ist die blaue Färbung charakteristisch. Die größeren Jungfische der Meerbarben hatten, wie sich schon an den lebenden Fischchen feststellen ließ, große Pontellen verschlungen. Nach Lo Bianco kommen als Nahrung der erwähnten Jungfische neben *Evadne spinifera* noch folgende kleine phaoplanktonische Copepoden in Betracht: *Temora stylifera, Oithona nana, Clausocalanus arcuicornis* und *Acartia clausi.* Diese oder ihnen verwandte Arten wurden auch in der Corrente von Lussin gefunden. Neben den erwähnten Jungfischen und Crustaceen scheinen noch Quallen und deren Larven *(Ephyra)*, Würmer, namentlch zahlreiche Leptoplaniden (Polycladen[1]) und endlich ein reiches Phytoplankton (Diatomeen und Flagellaten) für die Correnten charakteristisch zu sein. Solch gewaltigen, eng zusammengedrängten Organismenmassen müssen reiche Nährstoffe zur Verfügung stehen. Bekanntlich treiben in den Zoocorrenten neben benthonischen Pflanzenformen (Zosterablätter mit den aufsitzenden Pflanzen- und Tierformen) auch allerhand Abfallstoffe aus den Häfen. Welche Bedeutung für die pelagische Lebewelt des Meeres der »Luftnahrung« zukommt, die ja im Limnobios eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt, ist noch nicht genauer festgestellt. In den adriatischen Zoocorrenten finden sich in großer Menge Samen von Windblütlern und auch Insektenleichen, namentlich Mikrohymenopteren aus der Gruppe der Braconiden.[2]

Die unterhalb 30 oder 50 *m*, der Region des Phaoplanktons, lebenden Copepoden werden wir dem Knepho-

[1] Bestimmt von Herrn Dr. Micoletzky (Czernowitz); vgl. Lang's Polycladenmonographie (1884), Taf. 36, Fig. 10, 11.

[2] Nach freundlicher Mitteilung der Herren A. Handlirsch, Dr. C. Holdhaus und F. Kolbe (Wien) fanden sich in der Zoocorrente von Lussin: eine Aphide, eine Braconide *(Trionyx)* sowie eine metallisch glänzende, zur Subfamilie der Pteromalinen (Fam. *Chalcididae* s. l.) gehörende, nicht näher bestimmbare Art. Im Fange von Selve fanden sich zum Genus *Trioxys* Haliday gehörende Braconiden.

plankton zurechnen dürfen. Ob sich unter den in unseren Listen angeführten Copepoden auch noch solche des Skotoplanktons oder pante- (besser: pam-) planktonische Formen finden, ist noch nicht zu entscheiden möglich. Soviel scheint sicher, daß die vertikale Verteilung der adriatischen Copepoden mit der der Copepoden des Golfes von Neapel wohl viel Ähnlichkeit, doch keine volle Übereinstimmung zeigt. Dabei mögen sich auch jahreszeitliche Unterschiede bemerkbar machen.

Für Lo Bianco ist z. B. *Euchaeta hebes* ein phaoplanktonischer Copepode; wir fanden vor Lucietta nur in dem Fange aus 200 *m* Tiefe viele reife ♂ und ♀, in jenem aus 100 *m* Tiefe aber nur wenige Jugendformen. Die nach Lo Bianco pamplanktonische *Pleuromamma gracilis* wurde überhaupt nur im Fange von Ragusa gefunden und fehlte in den Fängen bei Lucietta gänzlich.

Unterhalb 100 *m* wurden bei Lucietta gefangen Vertreter der Gattungen *Eucalanus, Mecynocera*, *Aetideus* und *Haloptilus*. Chun und Lo Bianco hatten für das Plankton des Neapeler Golfes zuerst nachgewiesen, daß während der kühlen Jahreszeit in Landnähe eine Vermischung des litoralen Phaoplanktons mit dem Knephoplankton der offenen See stattfindet.

Dieses Aufwärtssteigen des Knephoplanktons in die küstennahe Oberflächenzone ist aber nicht das Resultat einer aktiven Wanderung, sondern geschieht passiv als Folge der Strömungen, wie dies in einwandfreier Weise Lo Bianco für den Golf von Neapel nachgewiesen hat. Den nördlichsten Teil unserer Adria (etwa bis zur 50 *m*-Linie) erfüllt ein etwas brackiges, sehr oft getrübtes Wasser, dem während der warmen Jahreszeit reichlich Süßwasser von den Alpenflüssen zuströmt: hier ist die Heimat eines typischen litoralen Phaoplanktons, dem einige Brackwasserformen beigemischt sind. Im Spätherbst, wenn die Gletscherbäche zu versiegen beginnen, kann das salzhaltigere Wasser der offenen See, unterstützt von heftigen Südostwinden (Scirocco), weiter vordringen und mit ihm erscheinen in der nordadriatischen Flachsee knephoplanktonische Copepoden.

So erklärt sich das Auftreten »allogenetischer« Planktonten im Triester Golf zur Winterszeit, eine Erscheinung, auf die

Claus schon im Jahre 1876 aufmerksam gemacht hatte. Unter den Copepoden nun sind *Calocalanus pavo* und *plumulosus* sowie Arten der Gattung *Sapphirina* Wintergäste im Plankton des Triester Golfes.

Je näher der Meeresoberfläche derartige Hochseeformen zu leben pflegen, je weiter nach Norden ihr Wohngebiet im Sommer reicht, um so häufiger und rascher werden sie in der zweiten Jahreshälfte in die nördliche Adria getrieben, um so länger werden sie sich hier aufhalten können. Ein Beispiel derartiger allogenetischer Planktonten ist die kleine *Sapphirina nigromaculata*, die schon vom Juli an durch volle 6 Monate im Triester Golf auftreten kann. Da nun vielfach die Jugendformen in höheren Wasserschichten zu leben pflegen als die erwachsenen Copepoden (Beispiel: *Euchaeta hebes*), werden auch Jugendformen früher und häufiger in der nördlichen Adria zu finden sein als Geschlechtstiere. Das ist auch tatsächlich der Fall.

In je tieferen Wasserschichten und in je südlicheren Breiten der Sommersitz allogenetischer Copepoden liegt, desto später werden sie in der nördlichen Adria auftreten, desto kürzere Zeit dort verweilen. Findet in milden Wintern überhaupt keine gründliche Mischung des Hochsee- und Küstenwassers statt, dann werden in solchen Jahren derartige Formen dem Winterplankton des Triester Golfes fehlen. Als Beispiele sind zu nennen die größere *Sapphirina gemma*, die vom Oktober ab 4 Monate im Triester Golf verweilen kann, und die seltene *Sapphirina angusta*, die nur in manchen Jahren im November zur Beobachtung kommt.

2. Adriatische Brackwassercopepoden.

Die Fahrt des »Rudolf Virchow« von Sebenico nach Scardona (Fig. 2) gab uns Gelegenheit, das adriatische Hyphalmyroplankton aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Von S. Vito nach Scardona nahm die Artenzahl der Copepoden konstant ab (S. Vito 13 sp., Lukš 7, Prokljan-See 4, Scardona 2). Nur bis S. Vito gehen: *Pseudocalanus elongatus, Temora stylifera* und *longirostris, Microsetella norvegica, Oncaea media*

und *Corycaeus brehmi.* Im Fange bei Lukš traten *Centropages kroeyeri* auf. Bis zu dieser Stelle dringen noch vor: *Acartia clausi* und *Corycaeus obtusus*, im Prokljan-See bis zur Ein-



Fig. 2.

Die Fangstationen (7 bis 11) in der Krka und im Prokljan-See.

mündung der Krka fanden sich noch *Paracalanus parvus*, von *Centropages* lediglich die an den Stacheln leicht kenntlichen Eier, außerdem *Acartia latisetosa.* Bis Scardona endlich drangen nur noch *Oithona nana* und *Euterpe acutifrons* vor. Wegen des Tiefganges unseres Dampfers konnten wir leider in der Krka nicht weiter stromaufwärts fahren. Hier hatte aber vor Jahren schon Car (1902) gefischt und »beim ersten Wasserfall

oberhalb Scardona« am 19. Juni 1901 folgende Copepoden gefischt: zahlreiche junge *Poppella guernei, Cyclops aequoreus* und *serrulatus, Oithona nana, Porcellidium fimbriatum* und *Acartia clausi.* Für diese Zone scheinen also *Poppella* und die beiden *Cyclops*-Arten charakteristisch zu sein, für den Prokljan-See *Acartia latisetosa,* für seinen Ausfluß *Centropages kroeyeri.*

Des Vergleiches wegen wurde die Copepodenfauna eines anderen adriatischen Brackwassergebietes, des Canal di Leme bei Rovigno, untersucht.[1] Es konnten folgende Arten festgestellt werden: *Calanus finmarchicus, Paracalanus parvus, Pseudocalanus elongatus, Centropages typicus* und *kroeyeri, Isias clavipes, Temora longicornis, Acartia clausi, Oithona similis* und *nana.*

Außerdem liegen noch zwei Listen von Car (1902) aus dem Meere von Karin und dem Flusse Zrmanja, oberhalb Obbrovazzo, vor. Hier wurden gefunden: *Poppella guernei, Acartia clausi, Oithona nana* und *Mesochra lilljeborgi.*

Als Charakterformen des adriatischen Hyphalmyroplanktons wären demnach zu betrachten: *Centropages kroeyeri* (Fundorte: Triest, Prokljan-See, Canal di Leme, Brindisi) und *Acartia latisetosa* (Gebiet des Prokljan-Sees, Brindisi).

3. Borealtypen unter den adriatischen Planktoncopepoden.

Eines der interessantesten Ergebnisse unserer Planktonfahrt ist die Auffindung einiger Copepoden, deren eigentliche Heimat in den Nordmeeren zu suchen ist.

Bekanntlich hatte schon Lorenz (1863) das Vorkommen von *Nephrops norvegicus* und einiger anderer Bewohner des Quarnero mit der einstigen Ausbreitung der Eiszeit in Zusammenhang gebracht. »Dieses inselartige Vorkommen einer Kombination von verschiedenen nordischen Tiergestalten läßt sich vielleicht, wie auch anderswo das Auftreten borealer

[1] Das Material wurde am 25. April 1905 von Herrn Ingenieur C. van Douwe gesammelt und mir freundlichst zur Bearbeitung überlassen.

,outliers' in südlicheren Seeprovinzen, durch die Annahme erklären, daß jene Arten während der Dauer der Eiszeit (vorausgesetzt, daß man sich eine niedrigere Temperatur wenigstens der seichteren und daher leichter abkühlbaren Meere damit verbunden denken darf) eine weitere Verbreitung nach Süden gefunden, dann aber nach dem Eintreten einer etwas höheren und namentlich im Sommer gesteigerten Meerestemperatur auf die tieferen kälteren Tümpel beschränkt blieben, falls diese eine angemessene Grundart und einen die Tragfähigkeit jener Arten nicht überschreitenden Wasserdruck darboten. Der Golf von Fiume, der Quarnerolo und der Canale di Punta Croce sind aber solche tiefere Senkungen des Grundes, während weiter südwärts gegen das offene Meer die Tiefe immer geringer bleibt. Allein, da diese unsere Kolonie von *Nephrops* und seinen genannten Begleitern auf analogen Tiefgründen der ganz benachbarten dalmatinischen Gewässer nicht wieder gefunden wird, muß außer der Plastik des Grundes noch ein anderer Erklärungsgrund gesucht werden. Dieser findet sich denn auch unschwer in den kalten Süßwasserquellen, welche bekanntlich in den Tiefen des Quarnero am Meeresboden hervorbrechen und der Temperatur und dem Salzgehalt des Meeres in ihrer Nähe einen borealen Charakter verleihen.« Später fand man, wie Car berichtet, in unserem Meere noch einige weitere Bewohner des hohen Nordens. Car selbst entdeckte (1900) im Brackwasser des Meeres von Karin (Fluß Zrmanja) zwei uferbewohnende Copepoden, *Ectinosoma edwardsi* und *Nannopus palustris*. »Die erstere Gattung ist in Schweden und Norddeutschland bekannt, die zweite in England. Im Adriatischen und Mittelländischen Meere wurde bisher kein Exemplar dieser Krebse gefunden.«

1. *Temora longicornis*. Über die Verbreitung dieses Copepoden schreibt Giesbrecht (1892, p. 330) folgendes: »Die Art, die gewöhnlich in sehr zahlreichen Individuen auftritt, ist bisher fast nur im Nordatlantischen Ozean (Nord- und Ostsee) gefunden worden, etwa von 50 bis 67° N; nur Claus (1881) führt das Adriatische Meer und Gourret den Golf von Marseille als Fundort an; da nun Claus (1863, 1866) sie weder bei Nizza noch bei Messina gefunden und auch ich sie bei Neapel niemals

angetroffen, so kann ich die Vermutung nicht unterdrücken, daß die neuere Angabe Claus' einem Versehen entsprungen und daß die Bestimmung Gourret's nicht richtig ist.« Inzwischen ist das Vorkommen dieses Copepoden im Triester Golf von Graeffe (1900) unzweifelhaft festgestellt worden; sie ist dort sogar häufiger als *Temora stylifera* »und fehlt selten in einem Glase mit Plankton«.[1]

Diesem bisher einzigen Fundort können nun folgende aus der Adria zugefügt werden: Canal di Leme, Selve, S. Vito bei Sebenico, das sind durchwegs Lokalitäten, denen tiefere Temperatur und geringerer Salzgehalt einen borealen Charakter verleiht.[2]

2. *Pseudocalanus elongatus.* Auch dieser Copepode wurde bisher in der Adria nur im Canal di Leme, Selve und bei S. Vito gefunden. Sars (1901) sagt von seiner Verbreitung, »this Calanoid has a pronouncedly northern range« und Mrázek (1902) berichtet: »Diese nordische Form ist auch für die arktischen Meere ganz charakteristisch, so daß z. B. Chun dieselbe mit vollem Rechte zu den von ihm aufgezählten fünf Leitformen arktischer Gewässer rechnen konnte. Ihr Vorkommen im Schwarzen Meer dürfte wohl, im Zusammenhang mit einigen anderen faunistischen Befunden im pontisch-kaspischen Gebiet ..., auf eine frühere Verbindung mit dem arktischen Gebiet hinweisen.[3]

3. *Diaixis pygmaea.* Diese interessante Form wurde während unserer Expedition nur in der Tiefe von Selve und bei S. Vito gefunden; sie wurde im Jahre 1898 von Th. Scott im Firth of Clyde und im Loch Fyne (Schottland) entdeckt.

---

[1] Im Golf du Lion »finden sich einige nordische Arten niederer Tiere« schreibt A. Philippson (Das Mittelmeergebiet, 1907, p. 61). Vgl. auch ebenda p. 129.

[2] Van Breemen (1908) gibt als Fundort dieser Art auch den Indischen Ozean an, wohl auf Grund einer Arbeit von J. C. Thompson (1900). Wie mir Herr A. Scott freundlichst mitteilte, dürfte hier eine Verwechslung mit der nahe verwandten *T. turbinata* (Dana) vorliegen.

[3] Auch bei dieser Art dürfte die Fundortsangabe van Breemen's (Golf von Suez) nach freundlicher Mitteilung A. Scott's auf eine irrtümliche Bestimmung J. C. Thompson's zurückzuführen sein.

Bemerken möchte ich noch, daß die adriatischen Formen fast ausnahmslos etwas kleiner waren als jene aus den Nordmeeren: *Pseudocalanus elongatus* 0·85 bis 0·95 *mm* (gegen 1·18 bis 1·63 *mm*), *Diaixis pygmaea* 0·8 bis 0·9 *mm* (gegen 0·95 *mm*).

Die hier namhaft gemachten adriatischen Borealtypen finden ein interessantes Gegenstück in der im Sommer 1903 von Gran im Espevig- und Selöpollen (bei Bergen in Westnorwegen) entdeckten, von G. O. Sars (1904) beschriebenen *Paracartia grani*, deren nächster Verwandter, *Acartia* (= *Paracartia*) *dubia*, von Th. Scott im Plankton des Golfes von Guinea gefunden worden war. Sars nimmt an, daß *Paracartia grani* zu den südlichen Formen zählt, die, als nach der Eiszeit das Klima bedeutend milder wurde, nordwärts wanderten. Von den Ankömmlingen vermochten sich einige wenige unter den günstigen äußeren Bedingungen, wie sie die ‚Polle‘ bieten, zu erhalten, trotzdem die Temperatur später wieder sank. »Die ‚Polle‘ bilden sozusagen ein Stück aus dem Süden, wo südliche Organismen isoliert leben können und wo das Vorkommen der verschiedenen Arten ganz anders sein kann wie im Fjorde außerhalb der Bassins« (Helland-Hansen).

4. Mißbildungen bei Copepoden.

Abnorm gestaltete Individuen sind bei den adriatischen Planktoncopepoden nicht gerade selten; so konnte ich erst kürzlich (1910) eine interessante Mißbildung an der Furca einer *Acartia italica* mihi von Brindisi beschreiben. Mit Rücksicht auf die neueren Arbeiten über das Regenerationsvermögen der Copepoden von H. Przibram (1899), O. Hübner (1902), J. Ost (1906) und J. H. Klintz (1908) scheint es mir nicht ganz überflüssig, die während unserer Expedition gefundenen, abnorm gestalteten Copepoden kurz zu erwähnen. Das auf experimentellem Wege festgestellte Regenerationsvermögen ist sehr gering. Cyclopiden ertragen nach Klintz den Verlust der Furca viel schwerer als den der Antennen; wurden Jugendstadien die sechs letzten Antennenglieder entfernt, so regenerierten zwei viel kleinere Glieder. Unter natürlichen Verhält-

nissen mag vielleicht das Regenerationsvermögen bedeutender sein als bei den in der üblichen Weise in kleinen Gefäßen in Gefangenschaft gehaltenen Tieren. Auch wird man an freilebenden Individuen vorkommende Mißbildungen nicht immer als Regenerationserscheinungen infolge vorhergegangener Amputationen betrachten dürfen. Es könnten auch unglückliche Zufälle während der Häutung (Stoß, Druck, Zerrung u. dgl.) derartige Mißbildungen bedingen. Im Kanal von Selve fanden wir eine *Oncaea mediterranea* Cls. ♂, deren einer Furcalast verkrüppelt war. Eine auffallende Mißbildung zeigte ein *Corycaeus brehmi* ♀ (Fig. 3) aus dem Fange vor Cigale auf Lussin. Die beiden Furcaläste waren hier zu einer einzigen Platte verwachsen. Ein *Paracalanus parvus* ♀ (Fig. 4) endlich aus dem Quarnero hatte eine verkürzte, nur zehngliederige, rechte erste Antenne; an den Endgliedern saß ein ganzer Pinsel langer Borsten, etwa 25 an der Zahl.

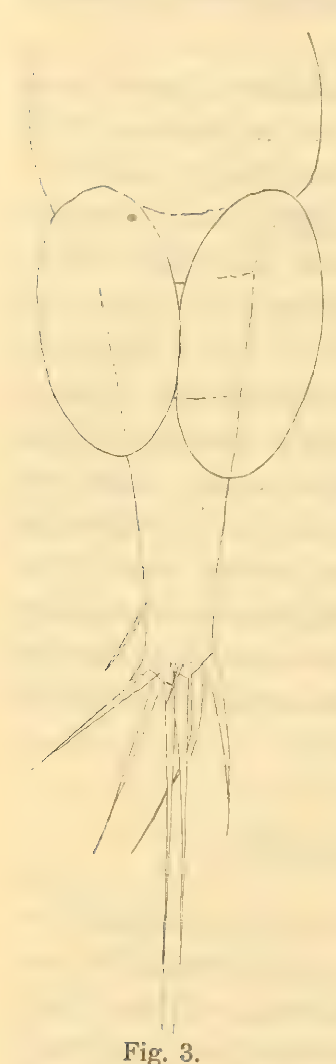


Fig. 3.

5. Ektoparasiten adriatischer Copepoden.

Auf einem *Calanus tenuicornis* ♀ des Fanges von Lucietta (30. Juli 1909, aus 200 *m*, Helgol. Netz) saß ein *Microniscus*. Drei weitere Exemplare fanden sich ohne den Wirt, von dem sie während des Fanges oder bei der Konservierung abgefallen sein dürften. Diese vier Exemplare stellen, wie mir Herr Dr. Otto Pesta freundlichst mitteilte, »ohne Zweifel verschiedene Altersstadien einer und derselben Art vor, die jedoch mit der von mir als ‚*Microniscus* δ‘ bezeichneten nicht übereinstimmt. Da aber die Unterschiede nur in geringfügigen Abweichungen der Bewehrung, Gliederung und Länge der Antennen und Beine bestehen und alle vier Exemplare eine gegen

,*Microniscus* ♂' kleinere Größe besitzen, so wäre es nicht ausgeschlossen, daß diese Formen bei weiterem Wachstum sich auf einen größeren Wirt (wie z. B. *Calanus gracilis*) begeben und nach folgenden Häutungen als mit ,*Microniscus* ♂' übereinstimmend befunden werden müßten. Die Identifizierung einer der Formen mit einer von Sars oder Hansen beschriebenen ist mir auch nicht möglich...«

Zwei weitere im Quarnero erbeutete kleine Isopoden sind nach Pesta keine Micronisciden, sondern echte Isopodenlarven.

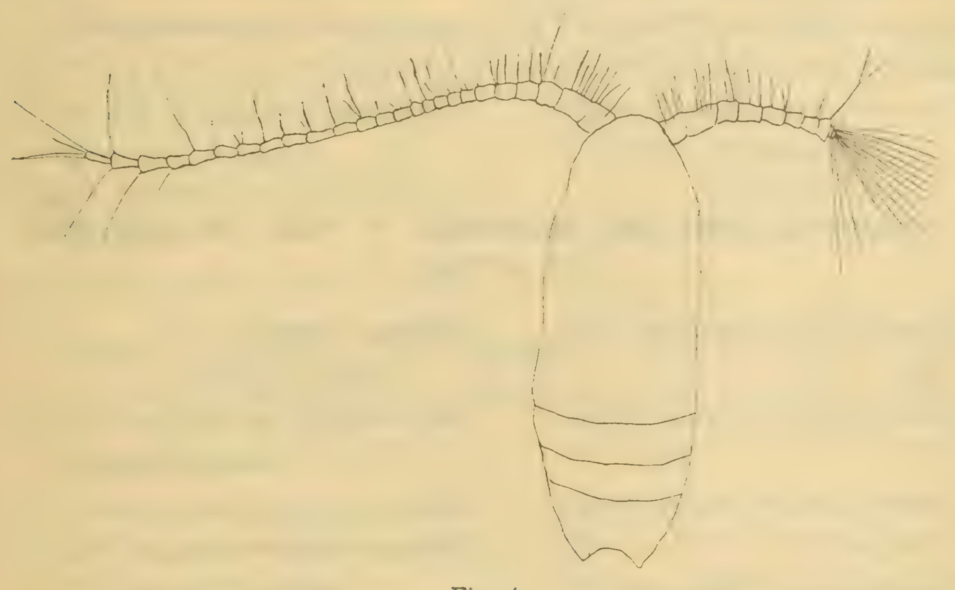


Fig. 4.

Zahlreiche Copepoden waren ferner mit kleinen gestielten Protozoen besetzt, so namentlich *Paracalanus parvus* (vom Quarnero), *Acartia clausi* (von Barbariga) und *Temora longirostris* (von S. Vito). Vielleicht werden neritische Copepoden häufiger als Wirtstiere benutzt als ozeanische Arten. Eine bemerkenswerte Ausnahme würde dann *Euchaeta hebes* machen. Die Exemplare von Lucietta, weit weniger jene von Ragusa, waren von einer großen *Tokophrya*-Art befallen, über welche indessen von anderer Seite berichtet werden wird. Endlich waren mehrere *Corycaeus*-Arten (*C. obtusus* ♂, *rostratus* ♂ und *brehmi* ♀ vom Fange bei Zara) mit jener Kieselalge besetzt, die Giesbrecht in seiner Monographie (Taf. 4, Fig. 1) abbildet.

II. Spezieller Teil.

1. Fangjournal.

1. Vor Barbariga, 1h nachts, 28. Juli 1909, 30 *m* Tiefe.

Paracalanus parvus (Cls.) ♂, ♀
Clausocalanus furcatus (G. Brady) ♀
Centropages typicus Kröyer ♂
Temora stylifera (Dana) ♂, ♀
Acartia clausi Giesbr. ♂, ♀
Oithona plumifera Baird ♀
» *similis* Cls. ♀
Oithona nana Giesbr. ♀
Diosaccus tenuicornis (Cls.) ♀
Microsetella norvegica Boeck
Euterpe acutifrons Dana
Oncaea media Giesbr. ♀
Sapphirina nigromaculata Cls. juv.
Corycaeus brehmi n. sp. ♀
» *obtusus* Dana ♀

2. Quarnero, Mitte des Südrandes, 5h früh, 28. Juli 1909, 35 *m* Tiefe.

Calanus helgolandicus Cls. juv.
Paracalanus parvus (Cls.) ♂, ♀
Clausocalanus arcuicornis (Dana) ♀
Clausocalanus furcatus (G. Brady) ♀
Centropages typicus Kröyer ♂, ♀, juv.
Temora stylifera (Dana) ♀
Acartia clausi Giesbr. ♀
Oithona plumifera Baird ♀
Oithona similis Cls.
» *nana* Giesbr.
Microsetella norvegica Boeck
» *rosea* Dana ♀
Euterpe acutifrons Dana
Oncaea mediterranea Cls.
» *media* Giesbr. ♀
Sapphirina nigromaculata Cls. ♀
Corycaeus obtusus Dana ♂
» *elongatus* Cls. ♂
» *rostratus* Cls. ♂
» *brehmi* n. sp. ♀

3. Corrente an der Südostküste von Lussinpiccolo, 10h vormittags, 28. Juli 1909, Oberfläche.

Paracalanus parvus (Cls.) ♂, ♀
Clausocalanus arcuicornis (Dana) ♀
Clausocalanus furcatus (G. Brady) ♀
Isias clavipes Boeck ♀
Temora stylifera (Dana) ♀, juv.
Pontella lobiancoi (Canu) ♂, juv.

Pontella mediterranea (Cls.) ♂, ♀, juv.
Acartia adriatica n. sp. ♀
Oithona similis Cls. ♀
Corycaeus ovalis Cls. ♀
» *brehmi* n. sp. ♀, juv.

4. Vor Cigale auf Lussinpiccolo, 10h 30m vormittags, 28. Juli 1909, 50 *m* Tiefe.

Calanus finmarchicus (Gunn.) ♀, juv.
Paracalanus parvus Cls. ♂, ♀
Clausocalanus arcuicornis (Dana)
Centropages typicus Kröyer ♂
Temora stylifera (Dana) ♀, juv.
Pontella (*mediterranea* [Cls.]?) Nauplien
Acartia clausi Giesbr. ♀
Oithona plumifera Baird
» *nana* Giesbr.
Microsetella norvegica Boeck
Euterpe acutifrons Dana
Oncaea media Giesbr.
Sapphirina nigromaculata Cls. ♀, juv.
Corycaeus obtusus Dana
» *rostratus* Cls. ♀
» *brehmi* n. sp. ♀

5. Kanal von Selve, 1h Uhr mittags, 28. Juli 1909, 100 *m* Tiefe; 6h abends, 31. Juli 1909, 110 *m* Tiefe und Oberfläche (O.).

Calanus finmarchicus (Gunn.) ♀
Calanus helgolandicus Cls. ♂, ♀, juv. (O. juv.)
Calanus tenuicornis Dana ♀, juv.
Paracalanus parvus (Cls.) ♂, ♀ (O. ♂, ♀)
Clausocalanus arcuicornis (Dana) ♂, ♀
Clausocalanus furcatus (G. Brady) (O. ♀)
Ctenocalanus vanus Giesbr. ♀
Pseudocalanus elongatus (Boeck) ♀
Diaixis pygmaea (T. Scott) ♂, ♀
Centropages typicus Kröyer ♂, ♀
Isias clavipes Boeck (O. ♀)
Temora stylifera (Dana) ♂ (O. ♂)
Temora longicornis (Müll.) ♂, ♀
Candacia pectinata G. Brady ♂, ♀
Pontella mediterranea (Cls.) ♂, ♀ (O. juv.)
Oithona plumifera Baird ♀ (O. ♀)
Oithona similis Cls. ♂, ♀
» *nana* Giesbr. ♀
Microsetella rosea Dana
» *norvegica* Boeck ♀ (O. ♀)

Euterpe acutifrons Dana ♀ (O. juv.)
Oncaea mediterranea Cls. ♂
» *media* Giesbr. ♀
» *subtilis* Giesbr. ♀
Sapphirina lactens Giesbr. ♀
» *nigromaculata* Cls. ♂, ♀
Sapphirina maculosa Giesbr. ♂
Copilia mediterranea (Cls.) ♀
Corycaeus obtusus Dana ♂, ♀
» *rostratus* Cls. ♂ (O. ♂)
Corycaeus brehmi n. sp. ♀

6. Südlich von Zara, 8h früh, 29. Juli 1909, 30 *m* Tiefe.

Calanus finmarchicus (Gunn.) ♀, juv.
Paracalanus parvus Cls. ♂, ♀
Centropages typicus Kröyer
Temora stylifera (Dana) ♂, ♀, juv.
Pontella (*mediterranea* [Cls.]?), Nauplien
Acartia clausi Giesbr. ♀
Oithona plumifera Baird
Oithona similis Cls.
Microsetella norvegica Boeck
Euterpe acutifrons Dana
Oncaea media Giesbr.
Sapphirina nigromaculata Cls. juv.
Corycaeus obtusus Dana ♂
» *rostratus* Cls. ♂
» *brehmi* n. sp. ♀

7. Bei S. Vito (Sebenico), 4h nachmittags, 29. Juli 1909, 30 *m* Tiefe.

Paracalanus parvus (Cls). ♂, ♀
Pseudocalanus elongatus (Boeck) ♀
Diaixis pygmaea (T. Scott) ♀
Temora stylifera (Dana) ♂, juv.
Temora longicornis (Müller) ♂, ♀
Acartia clausi Giesbr. juv.
» *latisetosa* (Kriczagin) ♀
Oithona nana Giesbr. ♀
Microsetella norvegica Boeck
Euterpe acutifrons Dana
Oncaea media Giesbr.
Corycaeus obtusus Dana ♂
» *brehmi* n. sp. ♀

8. Bei Lukš (Sebenico), nach 4h nachmittags, 29. Juli 1909, 30 *m* Tiefe (Netz schief gezogen).

Paracalanus parvus (Cls.) ♂, ♀
Centropages kroeyeri Giesbr. ♂, ♀

Acartia clausi Giesbr. ♂, ♀
» *latisetosa* (Kricza-gin) ♀
Oithona nana Giesbr.
Euterpe acutifrons Dana
Corycaeus obtusus Dana ♂

9. Prokljan, Seemitte, 4h 15m nachmittags, 29. Juli 1909, 12 *m* Tiefe (Netz schief gezogen).

Paracalanus parvus (Cls.) ♀
Centropages (*kroeyeri* Giesbr.), Eier
Acartia latisetosa (Kricza-gin) ♂, ♀
Oithona nana Giesbr.
Euterpe acutifrons Dana ♀

10. Prokljan, Einmündung der Krka in den See, nach 4h 30m nachmittags, 29. Juli 1909, 15 *m* Tiefe (Netz schief gezogen).

Paracalanus parvus (Cls.) juv.
Centropages (*kroeyeri* Giesbr.), Eier
Acartia latisetosa (Kriecza-gin) ♂, ♀
Oithona nana Giesbr. ♂, ♀
Euterpe acutifrons Dana juv.

11. Vor Scardona in der Krka, 5h nachmittags, 29. Juli 1909, 7 *m* Tiefe (Netz schief gezogen).

Oithona nana Giesbr.
Euterpe acutifrons Dana juv.

12. Bei Lucietta, mittags, 30. Juli 1909, 200 und 100 *m* (O.) Tiefe.

Calanus helgolandicus Cls. ♂, ♀
Calanus minor (Cls.) (O. ♂)
» *tenuicornis* Dana ♂, ♀ (O. ♀, juv.)
Eucalanus attenuatus (Dana) juv.
Eucalanus monachus Giesbr. ♀
Mecynocera clausi J. C. Thompson ♀
Paracalanus parvus (Cls.) (O. ♀)
Clausocalanus arcuicornis (Dana) ♀ (O. ♀)
Clausocalanus furcatus (G. Brady) ♂, ♀ (O. ♂, ♀)
Ctenocalanus vanus Giesbr. ♂, ♀ (O. ♂, ♀)
Aetideus armatus G. Brady ♂, ♀
Euchaeta hebes Giesbr. ♂, ♀ (O. juv.)
Centropages typicus Kröyer (O. ♂)

Temora stylifera Dana ♂ (O. ♀, juv.)
Haloptilus longicornis (Cls.) ♀
Pontella mediterranea (Cls.) juv.
Oithona plumifera Baird ♀ (O. ♀)
Oithona similis Cls. ♂, ♀ (O. ♂, ♀)
Oithona setigera Dana ♀
Microsetella rosea Dana ♀ (O. ♀).
Microsetella norvegica Boeck (O. ♂)
Euterpe acutifrons Dana (O. ♂)
Clytemnestra rostrata Brady (O.)
Oncaea mediterranea Cls. ♀ (O. ♀)
Oncaea media Giesbr. (O. ♂, ♀)
Oncaea conifera Giesbr. ♂, ♀
Sapphirina nigromaculata Cls. juv.
Copilia mediterranea (Cls.) ♀
Corycaeus obtusus Dana (O. ♂)
» *elongatus* Cls. ♂, ♀
» *brehmi* n. sp. (O. ♀)

13. Im tiefen Wasser vor Ragusa, 15. bis 19. Juli 1907 (aus angeblich über 1000 *m* Tiefe), leg. R. Burckhardt.

Calanus finmarchicus (Gunn.) ♀
Calanus minor (Cls.)
» *gracilis* Dana ♀
» *tenuicornis* Dana ♀
Eucalanus attenuatus (Dana) ♂, ♀
Paracalanus parvus (Cls.) ♀
Calocalanus pavo (Dana) ♀
Clausocalanus arcuicornis (Dana) ♀
Clausocalanus furcatus (G. Brady) ♂
Ctenocalanus vanus Giesbr. ♀
Aetideus armatus G. Brady ♀
» *mediterraneus* n. sp. ♀
Euchaeta hebes Giesbr. ♂, ♀
Scolecithrix bradyi Giesbr. ♂, ♀
Scolecithrix dentata Giesbr. ♀
Centropages typicus Kröyer ♂, ♀
Pleuromamma gracilis (Cls.) ♀
Lucicutia flavicornis (Cls.)
» *clausi* Giesbr. ♀
Heterorhabdus papilliger (Cls.) ♀
Haloptilus longicornis (Cls.) ♀
Candacia pectinata G. Brady ♀
» *bispinosa* Cls. ♀
» *simplex* Giesbr. ♀
Oithona plumifera Baird ♀
» *nana* Giesbr. ♂
» *setigera* Dana ♀
Microsetella rosea Dana
» *norvegica* Boeck
Oncaea mediterranea Cls. ♀

Oncaea conifera Giesbr. ♀
Sapphirina angusta Dana ♀
» *lactens* Giesbr. ♂
» *nigromaculata* Cls. juv.
Sapphirina maculosa Giesbr. ♂
Sapphirina opalina Dana ♀
» *metallina* Dana ♂
Copilia mediterranea (Cls.) ♂, ♀
Copilia quadrata Dana ♂, ♀, juv.
Corycaeus elongatus Cls. ♂, ♀
» *brehmi* n. sp. ♀
Pontoeciella abyssicola (Th. Scott) ♀

2. Verzeichnis der vom Stationsdampfer »Rudolf Virchow« in den Jahren 1907 und 1909 gesammelten Planktoncopepoden.

(Die für die Adria neuen Gattungen und Arten sind ***fett*** gedruckt.)

Trib. Gymnoplea.

Fam. Calanidae.

Gen. *Calanus* Leach.

finmarchicus (Gunn.).
Fundorte: Cigale auf Lussin, Selve, Zara, Ragusa.
Bisher bekannt: Triest (Grobben, 1881; Graeffe, 1902).

helgolandicus Cls. Nach dem Vorgange von Sars (1903) und van Breemen (1908) halte ich die Abtrennung dieser Form von der vorstehenden aufrecht.
Fundorte: Quarnero, Selve, Lucietta.

minor (Cls.).
Fundorte: Lucietta, Ragusa.

tenuicornis Dana.
Fundorte: Selve, Lucietta, Ragusa.

Gen. ***Eucalanus*** Dana.

attenuatus (Dana).
Fundorte: Lucietta, Ragusa.

monachus Giesbr.
Fundort: Lucietta.

Gen. ***Mecynocera*** J. C. Thompson.

clausi J. C. Thompson.
Fundort: Lucietta.

Gen. *Paracalanus* Boeck.

parvus (Cls.).
Fundorte: Barbariga, Quarnero, Cigale auf Lussin, Corrente bei Lussin, Selve, Sebenico (S. Vito, Lukš, Prokljan, Seemitte und Einmündung der Krka), Lucietta, Ragusa.
Bisher bekannt: Triest (Claus, 1881; Car, 1884, Graeffe, 1902), Vodice, Rieka (Car, 1902), Brindisi (Steuer, 1910).

Gen. *Calocalanus* Giesbr.

pavo (Dana).
Fundort: Ragusa.
Bisher bekannt: Triest (Graeffe, 1902).

Gen. *Clausocalanus* Giesbr.

arcuicornis (Dana).
Fundorte: Quarnero, Cigale auf Lussin, Corrente bei Lussin, Selve, Lucietta, Ragusa.
Bisher bekannt: Triest (Claus, 1863, 1866, 1881; Car 1884; Graeffe, 1902).

furcatus (G. Brady).
Fundorte: Barbariga, Quarnero, Corrente bei Lussin, Selve, Lucietta, Ragusa.

Gen. ***Ctenocalanus*** Giesbr.

vanus Giesbr.
Fundorte: Selve, Lucietta, Ragusa.

Gen. ***Pseudocalanus*** Boeck.

elongatus (Boeck).
Fundorte: Selve, Sebenico (S. Vito).

Gen. ***Aetideus*** G. Brady.

armatus G. Brady (syn. *A. tenuirostris* Wolfenden, 1904).
Fundorte: Lucietta, Ragusa.

mediterraneus n. sp. Van Breemen (1908) setzt seiner Beschreibung des *Aetideus armatus* Boeck (p. 30) folgende Anmerkung bei, die hier wörtlich wiedergegeben sein mag. »Wolfenden (1904, p. 116) ist der Ansicht, daß *Aetideus armatus* aus dem Faröerkanal und dem Nordatlantischen Ozean nicht identisch ist mit der von Giesbrecht aus dem Mittelmeer beschriebenen Form. Erstere hat einen viel weniger hohen vorderen Kopf, ein kleineres und kürzeres Rostrum ohne sekundäre Chitinknöpfchen an der Basis der Zinken, während das Endp. des 2. B. 2-gldr. ist und die Spitzen des 5. Thsegm. weniger lang und stark sind (bei der Mittelmeerform ragen sie gewöhnlich über den hinteren Rand des 3. Abdsegm. hinaus). Wolfenden schlägt vor, die atlantische Form *A. tenuirostris* zu nennen. Da aber von Sars (1903, p. 159), der Exemplare aus dem Challenger-Material mit norwegischen Tieren verglichen hat, zwischen diesen beiden gar keine Unterschiede festgestellt werden konnten, muß der Speziesnamen *armatus* für die atlantische Art beibehalten werden und wäre, wenn wirklich die Mittelmeerform eine eigene Art darstellte, dieselbe neu zu benennen.«

Die Unterschiede der beiden Arten sind folgende:

armatus ♀	*mediterraneus* ♀
Kopf in Dorsal- oder Ventralansicht nicht spitz zulaufend.	Kopf in Dorsal- oder Ventralansicht spitz zulaufend, mit welligen seitlichen Konturen.
Stirn ohne mediane Crista.	Stirn mit medianer Crista.
Rostrum klein und kurz, ohne sekundäre Chitinknöpfchen an der Basis der beiden Zinken.	Rostrum groß und lang, mit sekundären Chitinknöpfchen an der Basis der beiden Zinken.
Endopodit des zweiten Beines zweigliederig.	Endopodit des zweiten Beines undeutlich zweiglie-

	derig, d. h. »an der Vorderseite zeigt eine Chitinleiste die Grenze zwischen *Ri* 1 und *Ri* 2 an« (Giesbrecht, 1892, p. 218).
Spitzen des fünften Thoraxsegmentes kurz und schwach, das Ende des Genitalsegmentes ungefähr erreichend.	Spitzen des fünften Thoraxsegmentes lang und stark, ragen über den hinteren Rand des dritten Abdominalsegmentes hinaus.

Die Männchen scheinen sich, wie ein Vergleich der von Giesbrecht (1892) und Sars (1903) gegebenen Abbildungen lehrt, im Bau des fünften Thoraxsegmentes und fünften Fußes voneinander zu unterscheiden.

Fundort: Ragusa.

Gen. ***Euchaeta*** Phil.

hebes Giesbr.

Fundorte: Lucietta, Ragusa.

Gen. ***Scolecithrix*** G. Brady.

bradyi Giesbr.

Fundort: Ragusa.

dentata Giesbr.

Fundort: Ragusa.

Gen. ***Diaixis*** G. O. Sars.

pygmaea (T. Scott).

Fundorte: Sebenico (S. Vito), Selve.

Fam. **Centropagidae.**

Gen. *Centropages* Kröyer.

typicus Kröyer.

Fundorte: Barbariga, Quarnero, Cigale auf Lussin, Selve, Zara, Lucietta, Ragusa.

Bisher bekannt: Triest (Car, 1884; Graeffe, 1902), Vodice, Zlarin, Rieka (Car, 1902).

kroeyeri Giesbr.

Fundorte: Sebenico (Lukš [Eier dieser Art? im Prokljan, Seemitte und Einmündung der Krka]).

Bisher bekannt: Triest (Graeffe, 1902), Brindisi (Steuer, 1910).

Gen. ***Isias*** Boeck.

clavipes Boeck.

Fundorte: Lussin (Corrente), Selve.

Gen. *Temora* W. Baird.

stylifera (Dana).

Fundorte: Barbariga, Quarnero, Cigale auf Lussin, Corrente bei Lussin, Selve, Zara, Sebenico (S. Vito), Lucietta.

Bisher bekannt: Triest (Claus, 1863, 1866, 1881; Car, 1884; Graeffe, 1902), Vodice, Rieka (Car, 1902).

longicornis (Müll.).

Fundorte: Selve, Sebenico (S. Vito).

Bisher bekannt: Triest (Graeffe, 1902).

Gen. ***Pleuromamma*** Giesbr.

gracilis (Cls.).

Fundort: Ragusa.

Gen. ***Lucicutia*** Giesbr.

flavicornis (Cls.).

Fundort: Ragusa.

clausi (Giesbr.).

Fundort: Ragusa.

Gen. ***Heterorhabdus*** Giesbr.

papilliger (Cls.).

Fundort: Ragusa.

Gen. ***Haloptilus*** Giesbr.

longicornis (Cls.).

Fundorte: Lucietta, Ragusa.

Fam. **Candaciidae.**

Gen. *Candacia* Dana.

pectinata G. Brady.

Fundorte: Selve, Ragusa.

bispinosa Cls.

Fundort: Ragusa.

Bisher bekannt: Triest (Graeffe, 1902).

Fam. **Pontellidae.**

Gen. *Pontella* Dana.

lobiancoi (Canu).

Fundort: Corrente bei Lussin.

Bisher bekannt: Triest (Graeffe, 1902).

mediterranea (Cls.).

Fundorte: Corrente bei Lussin, Cigale auf Lussin (nur Nauplien), Selve, Zara (nur Nauplien), Lucietta.

Bisher bekannt: Triest (Graeffe, 1902).

Gen. *Acartia* Dana.

clausi Giesbr.

Fundorte: Barbariga, Quarnero, Cigale auf Lussin, Zara, Sebenico (S. Vito, Lukš).

Bisher bekannt: Triest (Graeffe, 1902), Karin, Krka, Tiesno (Stretto), Zlarin, Rieka (Car, 1902).

latisetosa (Kriczagin).

Fundorte: Sebenico (S. Vito, Lukš, Prokljan, Seemitte und Einmündung der Krka).

Bisher bekannt: Brindisi (Steuer, 1910).

adriatica n. sp. (Fig. 5, *a* bis *e*).

Größe des ♀: 1·05 *mm*. Rostralfäden vorhanden (Fig. 5, *a*). Letztes Thoraxsegment (Fig. 5, *b*, *c*) seitlich in der Mitte mit je einer Spitze, und zwar steht die rechte Spitze etwas höher als die linke, wie etwa bei *A. macropus* Cleve (1900). Erste Antenne überragt das Genitalsegment.

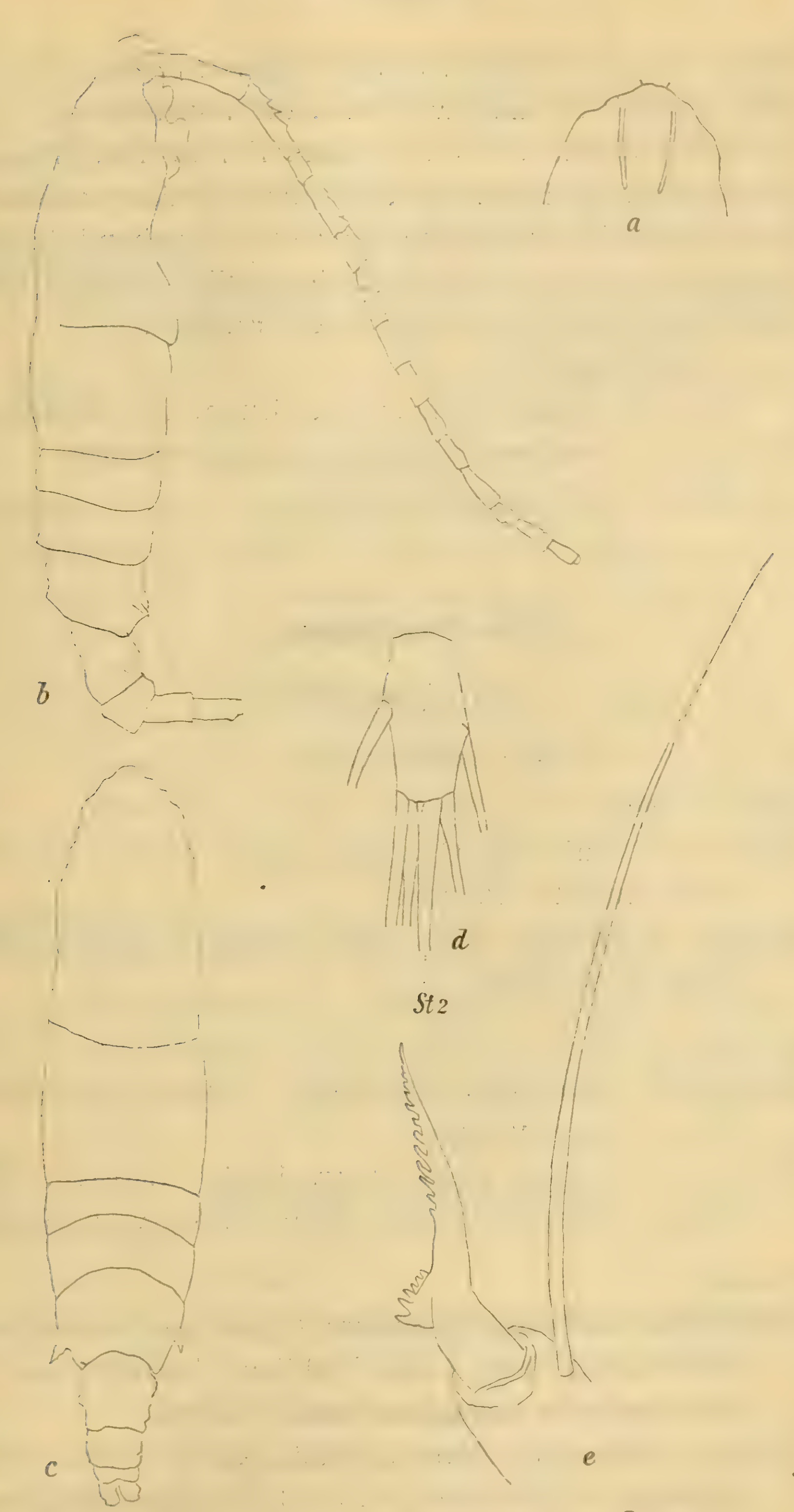


Fig. 5, *a* bis *e*. *Acartia adriatica* n. sp. ♀.

a Rostrum, *b* von der Seite, *c* vom Rücken gesehen (die letzten Abdominalsegmente ventralwärts eingebogen wie bei *b*), *d* linker Furcalast, *e* fünfter Fuß.

Dieses doppelt so lang wie das folgende. Furca (Fig. 5, *d*) etwa doppelt so lang wie breit, die zweite Borste (*St* 2) nur wenig dicker wie die übrigen. Fünfter Fuß (Fig. 5, *e*) pfriemenförmig, Endklaue aus einem verdickten Basalteil und einem spitz zulaufenden Endstück bestehend; letzteres am proximalen und distalen Ende deutlich gezähnt. Borste des Basalgliedes viel länger als die Endklaue.

♂ unbekannt.

Die Art scheint sich an die Gruppe der *A. latisetosa* (Kriczagin) und *macropus* Cleve anzuschließen.

Fundort: Corrente bei Lussin.

Trib. **Podoplea.**

Fam. **Cyclopidae.**

Gen. *Oithona* Baird.

plumifera Baird.

Fundorte: Barbariga, Quarnero, Cigale auf Lussin, Selve, Zara, Lucietta, Ragusa.

Bisher bekannt: Triest (Car, 1884; Graeffe, 1902), Rieka (Car, 1902).

similis Cls.

Fundorte: Barbariga, Quarnero, Corrente bei Lussin, Selve, Zara, Lucietta.

Bisher bekannt: Triest (Car, 1884; Graeffe, 1902), Tiesno (Stretto), Vodice, Zlarin, Rieka (Car, 1902).

nana Giesbr.

Fundorte: Barbariga, Quarnero, Cigale auf Lussin, Selve, Sebenico (S. Vito, Lukš, Prokljan, Seemitte und Einmündung der Krka, Scardona), Ragusa.

Bisher bekannt: Zrmanja-Fluß, Karin, Krka, Tiesno (Stretto), Vodice, Rieka (Car, 1902), Brindisi (Steuer, 1910).

setigera Dana.

Fundorte: Lucietta, Ragusa.

Fam. **Harpacticidae.**

Gen. *Microsetella* Brady et Robertson.

rosea Dana.

Fundorte: Quarnero, Selve, Lucietta, Ragusa.

norvegica Boeck.

Fundorte: Barbariga, Quarnero, Cigale auf Lussin, Selve, Zara, Sebenico (S. Vito), Lucietta, Ragusa.

Bisher bekannt: Tiesno (Stretto), Rieka (Car, 1902).

Gen. *Diosaccus* Boeck.

tenuicornis (Cls.). Das einzige aufgefundene ♀ stimmte fast vollkommen mit den von Sars (1906) gegebenen Figuren überein. Nur der Innenast des fünften Fußes war etwas schmäler, als ihn Sars (Taf. 89) zeichnet.

Fundort: Barbariga.

Bisher bekannt: Triest (Graeffe, 1902, doch nicht planktonisch, sondern in der Küstenzone an mit Algen bewachsenen Steinen beobachtet).

Gen. *Euterpe* Cls.

acutifrons Dana.

Fundorte: Barbariga, Quarnero, Cigale auf Lussin, Selve, Zara, Sebenico (S. Vito, Lukš, Prokljan, Seemitte und Einmündung der Krka, Scardona), Lucietta.

Bisher bekannt: Triest (Graeffe, 1902), Tiesno (Stretto), Vodice, Zlarin, Rieka (Car, 1902).

Gen. *Clytemnestra* Dana.

rostrata Brady.

Fundort: Lucietta.

Bisher bekannt: Rovigno (Car, 1890), Triest (Graeffe, 1902).

Fam. **Oncaeidae.**

Gen. *Oncaea* Philippi.

mediterranea Cls.

Fundorte: Quarnero, Selve, Lucietta, Ragusa.

Bisher bekannt: Triest (Car, 1884; Graeffe, 1902), Vodice, Rieka (Car, 1902).

media Giesbr.

Fundorte: Barbariga, Quarnero, Cigale auf Lussin, Selve, Zara, Sebenico (S. Vito), Lucietta.

conifera Giesbr.

Fundorte: Lucietta, Ragusa.

subtilis Giesbr.

Fundort: Selve.

Fam. **Corycaeidae.**

Gen. *Sapphirina* Thompson.

angusta Dana.

Fundort: Ragusa (Steuer, 1907).

Bisher gefunden: Triest, Quarnero, an mehreren Stellen der südlichen Adria (Steuer, 1907).

lactens Giesbr.

Fundorte: Selve, Ragusa.

nigromaculata Cls.

Fundorte: Barbariga, Quarnero, Cigale auf Lussin, Selve, Zara, Lucietta, Ragusa.

Bisher bekannt: Triest, Rovigno, Quarnero, zahlreiche Stellen der südlichen Adria (Steuer, 1907).

maculosa Giesbr.

Fundorte: Selve, Ragusa.

Bisher bekannt: Mehrere Stellen der südlichen Adria von etwa 43° n. Br. an (Steuer, 1907).

opalina Dana.

Fundort: Ragusa.

Bisher bekannt: wenige Stellen der südlichen Adria von etwa 43° n. Br. an (Steuer, 1907).

metallina Dana.

Fundort: Ragusa.

Bisher bekannt: an wenigen Stellen der südlichen Adria, südlich von 43° n. Br. an (Steuer, 1907).

Gen. *Copilia* Dana.

mediterranea (Cls.).

Fundorte: Selve, Lucietta, Ragusa.

Bisher bekannt: Triest, Rovigno, Canal della Morlacca, Gravosa (Steuer, 1907).

quadrata Dana.

Fundort: Ragusa.

Bisher bekannt: Lissa (Steuer, 1907).

Gen. *Corycaeus* Dana.

Da die 1894 von F. Dahl angekündigte größere Copepodenarbeit noch immer nicht erschienen ist, bestimmte ich die Arten dieser gewiß revisionsbedürftigen Gattung nach der Giesbrecht'schen Monographie.

ovalis Cls.

Fundort: Corrente bei Lussin.

Bisher bekannt: Tiesno (Stretto), Zlarin (Car, 1902).

obtusus Dana.

Fundorte: Barbariga, Quarnero, Cigale auf Lussin, Selve, Zara, Sebenico (S. Vito, Lukš), Lucietta.

Bisher bekannt: Triest (Graeffe, 1902), Brindisi (Steuer, 1910).

elongatus Cls.

Fundorte: Quarnero, Lucietta, Ragusa.

rostratus Cls.

Fundorte: Quarnero, Cigale auf Lussin, Selve, Zara.

Bisher bekannt: Zlarin (Car, 1902), Brindisi (Steuer, 1910).

brehmi n. sp. (Fig. 6, *a* bis *c*).

Auf diese Art machte zuerst Brehm, dem zu Ehren sie benannt ist, im Jahre 1906 aufmerksam; er fand sie am 2. April 1901 in einer Planktonprobe aus dem Triester Golf und mußte die Frage offen lassen, ob wir es »mit einer überaus seltenen Form zu tun haben oder mit verschlagenen

Exemplaren aus unbekanntem Wohngebiet«. Der nächstverwandte *C. lubbocki* Giesbr. stammt nämlich aus Hongkong. Unsere Expedition hat ergeben, daß die fragliche

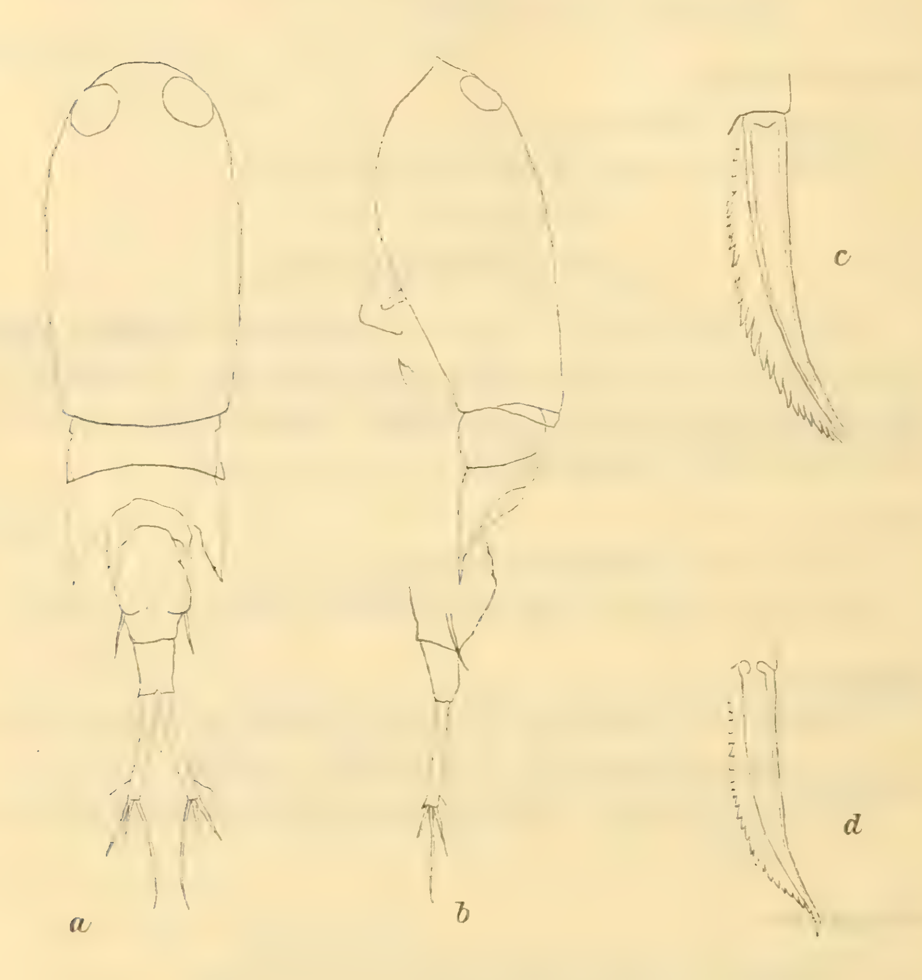


Fig. 6, *a* bis *d*. *Corycaeus brehmi* n. sp.

a vom Rücken, *b* von der Seite gesehen, *c* Enddorn des Exopoditen des zweiten Fußes, *d* dasselbe von *C. tenuis* Giesbr. (nach Giesbrecht).

Art zu den gemeinsten Corycäiden der Adria gehört; allerdings wurde kein einziges Männchen gefunden. Die Größe der Weibchen stimmt mit der der nächstverwandten Art *C. lubbocki* überein (0·95 *mm*). Die Größenverhältnisse von Genitalsegment *(G)* zu Analsegment *(A)* und Furca *(F)* sind bei:

	$G:A:F$	
lubbocki	9 : 4 : 11	
brehmi	9 : 4 : 8·5	(Furca in seltenen Fällen etwas größer.)
tenuis	7 : 4 : 8	

Die Säge am Enddorn des Exopoditen (Fig. 6, *c*) des zweiten Fußes ist tiefer gekerbt als bei *C. tenuis* (siehe Fig. 6, *d*), die Spitze stumpfer.

Fundorte: Barbariga, Quarnero, Cigale auf Lussin, Corrente bei Lussin, Selve, Zara, Sebenico (S. Vito), Lucietta, Ragusa.

Bisher bekannt: Triest (Brehm, 1906).

* * *

Fam. **Asterocheridae.**

Gen. ***Pontoeciella*** Giesbr.

abyssicola (Th. Scott).

Fundort: Ragusa.

Literatur.

Brehm V., Ein neuer *Corycaeus* aus dem Adriatischen Meere. In: Archiv f. Hydrobiol. u. Planktonkunde, Bd. 1, 1906.

Car L., Resultate einer naturwissenschaftlichen Studienreise. In: Glasnik hrv. naravosl. društva, Bd. 12, 1900.

— Planktonproben aus dem Adriatischen Meere und einigen süßen und brackischen Gewässern Dalmatiens. In: Zool. Anzeiger, Bd. 25, 1902.

Chun C., Die pelagische Tierwelt in größeren Meerestiefen und ihre Beziehungen zu der Oberflächenfauna. In: Bibliotheca zoologica, Heft 1, 1887—1888.

Dahl Fr., Über die horizontale und vertikale Verbreitung der Copepoden im Ozean. In: Verh. d. Deutsch. zool. Gesellschaft, 1894.

Giesbrecht W., Systematik und Faunistik der pelagischen Copepoden des Golfes von Neapel. In: Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel, 19. Monographie, 1892.

Giesbrecht W. und Schmeil O., *Copepoda*, I. *Gymnoplea*. In: Das Tierreich, 6. Lfrg., *Crustacea*, 1898.

Graeffe Ed., Übersicht der Fauna des Golfes von Triest..... V. *Crustacea*. In: Arbeiten d. zoolog. Institute zu Wien, Bd. 13, 1900.

Helland-Hansen B., Die Austernbassins in Norwegen. In: Intern. Revue der ges. Hydrobiologie..., Bd. 1, Nr. 4 u. 5, 1908.

Hübner O., Neue Versuche aus dem Gebiete der Regeneration und ihre Beziehungen zu Anpassungserscheinungen. In: Zoolog. Jahrb., Abt. Syst., Bd. 15, 1902.

Klintz J. H., Versuche über das geringe Regenerationsvermögen der Cyclopiden. In: Archiv f. Entwicklungsmech., Bd. 25, 1908.

Lo Bianco S., Le pesche abissali eseguite da F. A. Krupp col Yacht »Puritan« nelle adiacenze di Capri..... In: Mitteilungen a. d. zoolog. Station Neapel, Bd. 16, 1903—1904.

— Pelagische Tiefseefischerei der »Maja« in der Umgebung von Capri. Jena, G. Fischer, 1904.

— Sviluppo larvale, metamorfosi e biologia della »Triglia di fango« (*Mullus barbatus* L.). In: Mitteilungen a. d. zoolog. Station Neapel, Bd. 19, 1908.

Lorenz J. R., Physikalische Verhältnisse und Verteilung der Organismen im quarnerischen Golfe. Wien, k. k. Hof- und Staatsdruckerei, 1863.

Mrázek Al., Arktische Copepoden. In: Fauna arctica, Bd. 2, Lfrg. 3, 1902.

Ost J., Zur Kenntnis der Regeneration der Extremitäten bei den Arthropoden. In: Archiv f. Entwicklungsmech., Bd. 22, 1906.

Pesta O., Copepoden (1. Artenliste, 1890). In: Denkschr. d. mathem.-naturw. Kl. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. 84, 1909.

— Die Isopodengattung *Microniscus*. In: Denkschr. d. mathem.-naturw. Kl. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. 85, 1909.

Przibram H., Die Regeneration bei den Crustaceen. In: Arbeiten d. zoolog. Institute zu Wien, Bd. 11, 1899.

Sars G. O., An account of the Crustacea of Norway, Bd. IV, Copepoda. Seit 1901.

Sars G. O., Description of *Paracartia Grani* G. O. Sars, a peculiar Calanoid occurring in some of the Oystern-beds of Western Norway. In: Bergens Museum Aarbog, Nr. 4, 1904.

Scott Th., Notes on recent gatherings of microcrustacea from the Clyde and the Moray Firth. In: Seventeenth Annual Report of the Fishery Board for Scotland, 1899.

Steuer Ad., Die Sapphirinen und Copilien der Adria. In: Bollettino della Società adriatica di scienze naturali in Trieste. Bd. 24, 1907.

— Planktoncopepoden aus dem Hafen von Brindisi. In diesen Sitzungsber., Bd. CXIX, Abt. I, 1910.

Thompson J. C., Report on two collections of tropical and more northerly plankton. In: Trans. Liv. Biol. Soc., Bd. 14, 1900.

— and Scott A., Report on the Copepoda collected by Prof. Herdman at Ceylon in 1902. In: Herdman, Rep. Pearl Oyster Fish. London, Part 1, 1903.

Van Breemen P. J., Copepoden. In: Nordisches Plankton, 7. Lfrg., VIII, 1908.

Anmerkung bei der Korrektur: Der während des Druckes der vorliegenden Arbeit erschienene, mir soeben zugekommene Bericht von R. Grandori »Sul materiale planktonico raccolto nella 2ª crociera oceanografica« (Bollettino del comitato talassografico Nr. 6, Roma 1910) konnte leider nicht mehr berücksichtigt werden.

Innsbruck, 3. Jänner 1911. Der Verfasser.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXIX. BAND. X. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.



F. Zach's cytologische Untersuchungen über die Rostflecken des Getreides — und die Mycoplasmatheorie

von

Prof. Dr. **Jakob Eriksson** in Stockholm.

(Vorgelegt in der Sitzung am 1. Dezember 1910.)

In einer vor kurzem erschienenen Mitteilung über den anatomischen Bau der Rostflecken des Getreides macht Herr Realschulprofessor F. Zach[1] in Wien die Meinung geltend, daß die von mir zum besseren Verständnis der Entstehung und der Verbreitung der Rostkrankheiten des Getreides aufgestellte Mycoplasmatheorie unberechtigt sei. Das »Tatsachenmaterial« wird freilich als »durchaus richtig« bezeichnet, aber die »Deutung« dieses Materials, welche ich gegeben habe, sei nicht die richtige.

Prof. Zach stützt seine Meinung teils auf vermeinte Ergebnisse anderer Forscher teils auf neue, eigene Untersuchungen.

Die von Zach zitierten anderen Verfasser sind folgende: Bolley (1898), Zukal (1899), Klebahn (1900) und Marshall Ward (1903). Was die herangezogenen Arbeiten dieser Autoren betrifft, muß ich bemerken, daß diese Arbeiten sämtlich vor der Veröffentlichung meiner Mycoplasmatheorie in ihrer neueren, jetzt gültigen Form erschienen sind. Ihre cytologische Grundlage erhielt nämlich diese Theorie erst am Ende des Jahres 1903[2] und mehr ausführlich in den

---

[1] F. Zach, Cytologische Untersuchungen an den Rostflecken des Getreides und die Mycoplasmatheorie J. Eriksson's. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. 119, Abt. I, April 1910.

[2] J. Eriksson, Sur l'appareil végétatif de la rouille jaune des Céreales. C. R. Acad. d. Sc. Paris, 1903, T. 137, p. 578—580. — Nouvelles recherches sur l'appareil végétatif de certaines Urédinées. Ib. 1904, T. 139, p. 85—87.

Jahren 1904 und 1905.[1] Bis zum Ende des Jahres 1903 befand sich die Mycoplasmafrage in der Lage, welche ihr durch die im Jahre 1897 erschienenen Arbeiten[2] gegeben worden war.

Im Laufe der Jahre habe ich mich dreimal aufgefordert gefühlt, den gegen meine Auffassung von der Entstehung und der Verbreitung der Getreideroste gerichteten Einwänden öffentlich entgegenzutreten.

Im Jahre 1901 behandelte ich also recht ausführlich[3] die bis dahin erschienenen Arbeiten von Bolley (1898), Linhart (1898), Massee (1898), Klebahn (1898, 1900), Hecke (1899), Carleton (1899), Zukal (1899, 1900) und Müller (1901). Ich kam dabei zu dem Resultate, daß durch die zitierten Schriften dieser Forscher meine Annahme von dem Vorhandensein eines Krankheitskeimes im Innern der Pflanze selbst, neben der längst bekannten äußeren Infektionsquelle, gar nicht widerlegt, sondern vielmehr gestützt worden war.

Im Jahre 1903 widmete ich gewissen von Marshall Ward über den Braunrost der *Bromus*-Arten herausgegebenen Arbeiten, in denen er auch näher auf die Mycoplasmafrage einging, eine kritische Prüfung[4] und ich faßte die Resultate meiner Prüfung so zusammen: »that the histological research which Marshall Ward tells us that he has

---

[1] J. Eriksson, Über das vegetative Leben der Getreiderostpilze. I. *Puccinia glumarum* in der heranwachsenden Weizenpflanze. K. Sv. V.-Akad. Handl., Stockholm, 1904, Bd. 37, Nr. 6. — II. *Puccinia dispersa* in der heranwachsenden Roggenpflanze und III. *Puccinia glumarum* in der heranwachsenden Gerstenpflanze. Ib. 1904, Bd. 38, Nr. 3. — IV. *Puccinia graminis* in der heranwachsenden Getreidepflanze. Ib. 1905, Bd. 39, Nr. 5.

[2] J. Eriksson, Vie latente et plasmatique de certaines Urédinées. C. R. Acad. d. Sc. Paris, 1897, p. 475—477. — Der heutige Stand der Getreiderostfrage. Ber. d. D. Bot. Ges., 1897, Bd. 15, H. 3, p. 193—194.

[3] J. Eriksson, Sur l'origine et la propagation de la rouille des Céréales par la semence. Part. 3. Litterature moderne étrangère traitant la rouille des céréales et les indications au sujet d'un germe interne de maladie qu'on y trouve. Ann. Sc. Nat. 1901, sér. 8, p. 130—152.

[4] J. Eriksson, The Researches of Professor H. Marshall Ward on the Brown Rust on the Bromes — and the Mycoplasm Hypothesis. Ark. f. Bot., Stockholm, 1903, Bd. 1.

carried out, by following step for step the development of secondary pustule flecks which have developed after infection by uredospores, quite as little as what Marshall Ward formerly adduced from his infection-experiments, including the pure cultures, has in no degree refuted, or even touched upon the theory I have advanced«.

Endlich publizierte ich im Jahre 1905 eine Diskussion[1] aller neuen und wesentlichen Einwände gegen meine allgemeine Auffassung, und zwar speziell gegen die neue cytologisch begründete Darstellung meiner Mycoplasmatheorie. Ich wies dabei nach, daß diese Theorie durch die vorgebrachten Einwände in keiner Weise erschüttert worden war.

Von der wirklichen Sachlage habe ich seitdem teils im Jahre 1907,[2] teils in diesem Jahre[3] berichtet.

In welchem Umfange die oben besprochene, für die Beurteilung der Mycoplasmafrage unentbehrliche Literatur dem Herrn Prof. Zach vor der Einlieferung seines Manuskriptes an die Wiener Akademie im April dieses Jahres bekannt war, läßt sich nicht aus der Publikation selbst entnehmen. Von meinen Schriften wird nur das im Jahre 1907 herausgegebene übersichtliche Resumé des damaligen Standes der Frage zitiert und ich finde nichts, was beweisen könnte, daß meine früheren grundlegenden Werke dem Verfasser bekannt wären.

Es kommt dann Herrn Prof. Zach's Darstellung der neuen eigenen Beobachtungen und der darauf fußenden Betrachtungen über die Rostfrage im allgemeinen.

Das untersuchte Material wurde im Sommer 1909 eingesammelt, das Gelbrostmaterial Ende Juni und das Schwarzrostmaterial im Juli und im August. Von jenem wurden nur

---

[1] J. Eriksson, Zur Frage der Entstehung und Verbreitung der Rostkrankheiten der Pflanzen. Kritische Bemerkungen. Die Mycoplasmatheorie vor der modernen Kritik. Ark. f. Bot., Stockholm, 1905, Bd. 5, Nr. 3, p. 39—54.

[2] J. Eriksson, Der heutige Stand der Mycoplasmafrage. Zeitschr. f. d. Ausb. d. Entwicklungslehre. Stuttgart, 1907, Bd. I, H. 3.

[3] J. Eriksson, Über die Mycoplasmatheorie, ihre Geschichte und ihren Tagesstand. Biol. Zentralbl., 1910, Bd. 30, Nr. 18.

Freihandschnitte untersucht, von diesem sowohl Mikrotom- als auch Freihandschnitte. Von dem Materiale und von den Einsammlungsumständen wird sonst nichts angegeben.

Mit diesem Material macht sich nun Herr Prof. Zach daran, die Mycoplasmafrage zu lösen, und er ist mit seiner Aufgabe, dieselbe in die »phagocytischen Prozesse« einzurangieren, so schnell fertig geworden, daß er schon im April des darauffolgenden Jahres seine Arbeitsergebnisse der Wiener Akademie vorlegt.

Ist das zugrunde liegende Material seiner Untersuchung tatsächlich hinreichend, um eine so schwierige und so umstrittene Frage wie die des Getreiderostes zu entscheiden, und ist die Schnellzugseile, mit der das erstrebte Ziel erreicht wurde, wohlbedacht und glücklich? Ich trage kein Bedenken, diese beiden Fragen verneinend zu beantworten.

Selbst verfolge ich seit mehr als 15 Jahren die Getreideroste sowohl in Freilandstudien wie in Gewächshausversuchen und in Laboratoriumarbeiten, und zwar an einer sehr großen Zahl von Getreide- und Grasarten und zu allen Zeiten des Jahres, und doch bin ich noch bei weitem nicht mit der verwickelten Frage fertig. Meine cytologischen Ergebnisse und meine darauf basierten Erklärungen stütze ich auf eine sehr große Anzahl von Paraffineinbettungen aus allen Jahreszeiten und allen Entwicklungsstadien. Die Anzahl dieser Einbettungen beläuft sich für *Puccinia glumarum* auf 141, für *P. graminis* auf 78, für *P. dispersa* auf 21 usw.

Noch bedenklicher stellt sich jedoch die Wahl und die Ausnutzung des vom Verfasser untersuchten geringfügigen Materials.

Erstens wird nicht angegeben, ob das gewählte Material aus primären Uredopusteln stammt, d. h. aus den allerersten an der Getreideart hervorbrechenden Pusteln, deren Herkunft sich nicht durch äußere Ansteckung erklären läßt. Wenn die Pusteln, aus denen die Schnitteile geholt wurden, aller Wahrscheinlichkeit nach durch ein uredogeborenes Mycelium entstanden sind, d. h. sekundäre Pusteln waren, so hat die Untersuchung nichts mit der Mycoplasmatheorie zu schaffen. Es verhält sich die Sache in diesem Falle wie in

derjenigen Untersuchung Marshall Ward's, in welcher er ein künstlich erzeugtes uredogeborenes Mycelium mit Mycoplasma verwechselte.

Zweitens erfährt man, daß die zur Untersuchung gelangten Pflanzenteile teils »am Rande des Rostfleckes« teils »gegen die Mitte« desselben gewählt wurden, und es geht aus dem Texte wie aus den Figuren deutlich hervor, daß der Verfasser vorzugsweise die älteren Stadien in der Fleckenmitte für wichtig und ausschlaggebend hält, und daß er nur solche Stadien vor Augen gehabt hat. Ich muß sagen, daß der Verfasser, wenn er sich im voraus genügend in die Natur der vorliegenden Frage hineinversetzt hätte, auch hätte voraussehen können und müssen, daß es nicht sicher sein würde, am Rande des Rostfleckes geeignete Stadien von Mycoplasma zu finden, und daß es vollständig verfehlt wäre, solche Stadien gegen die Mitte des Fleckes zu suchen. Schon am Rande des Fleckes ist nämlich nach meiner Erfahrung das intrazellulare Mycoplasmaleben meistens vorbei und der Pilz in das interzellulare Protomycelium- und Myceliumstadium (cf. z. B. Eriksson und Tischler, Über das vegetative Leben, I, Taf. 2, Fig. 11 bis 13) eingetreten und gegen die Mitte des Fleckes ist die Entwicklung des Pilzes noch weiter fortgeschritten, da man hier die späteren Mycelium- und Pseudoparenchym-Stadien (cf. z. B., l. c., Taf. 3) antrifft.

Die Erfahrung hat mich auch gelehrt, daß man in einer bestimmten Entfernung vom Ende der Rostpustel nicht immer ein und dasselbe Entwicklungsstadium des Pilzes findet. Bald trifft man also die Übergänge von Mycoplasma in Mycelium in der unmittelbaren Fortsetzung der Pustelöffnung, in der Entfernung 0—3 *mm* (z. B. bei *Uredo dispersa*) an, bald mehr entfernt davon, ja sogar in der Entfernung von 10—13 *mm* (z. B. oft bei *Uredo glumarum*). Diese Verschiedenheit hängt selbstverständlich von mehreren Umständen, von der Eigenart der Pilzspezies, von der im einzelnen Falle vorhandenen Lebensenergie der Wirtspflanze sowie der des Pilzes, von den jeweiligen Witterungsverhältnissen usw. ab. Infolgedessen habe ich bei meinen Einbettungen sehr verschiedene Entfernungen gewählt, z. B. 0—3, 3—6, 5—8, 6—9

und 10—13 *mm*, und zwar in der Regel mehrere gleichzeitig.

Herr Prof. Zach hat anders gedacht und verfuhr anders. Er wählt sein Untersuchungsmaterial teils »am Rande des Rostfleckes«, höchstens mit der Entfernung 0—3 *mm* zu vergleichen, teils »gegen die Mitte« des Fleckes. Was der Eingeweihte voraussehen konnte, das ist eingetroffen. Prof. Zach hat nur spätere Entwicklungsstadien untersucht und beschrieben. Er hat nicht die Mycoplasmastufe, weder im Ruhe- noch im Reifestadium, getroffen, sondern wesentlich die von Tischler und mir (cf. Eriksson und Tischler, Über das vegetative Leben. I, p. 18 bis 19, Taf. 3, Fig. 18) als Pseudoparenchym bezeichneten Stufe.

Einerseits spricht der Verfasser von »körniger Degeneration« der Inhaltskörper der Nährzellen, von »Exkretkörpern und exkrementierten Kernpilzkörpern«, von »zusammenhängenden wandständigen Ketten« usw. Andrerseits spricht er von Zellen, die »anscheinend vollkommen gesund« sind, und von Zellen, die »noch fast normal erscheinen, in denen aber ein trübes Plasma mit verschieden deutlicher, fädiger Struktur auftritt«.

Derartiges habe auch ich oft in meinen Präparaten angetroffen und bei erneuter Durchmusterung geeigneter Präparate finde ich dieselben Bilder wieder, aber — wohl zu bemerken — nicht in dem Mycoplasmastadium des Pilzes, sondern in den späteren Mycelium- und Pseudoparenchym-Stadien. Sie sind Auflösungsstufen und nichts anderes. Und wenn der Verfasser seine »Exkretkörper und exkrementierten Kernpilzkörper« mit meinen Nucleolen in dem mycoplasmatischen Reifestadium identifiziert, so macht er gewiß einen Fehlschuß. Die genannten Körper, welche relativ groß und unregelmäßig geformt sind, habe ich auch selbst oft gesehen, aber erst in den späteren Auflösungsstadien der Gewebe. Die Nucleolen sind viel kleiner und gehören einem früheren Stadium, dem Reifestadium des Mycoplasmas, an. Dieses Stadium ist von sehr kurzer Dauer und geht schnell in das Protomyceliumstadium über. Das Nucleolarstadium wird deshalb in den Präparaten selten angetroffen und ich glaube mich nicht zu

irren, wenn ich annehme, daß Prof. Zach diese Gebilde nie gesehen hat.

Der Verfasser glaubt, in mehreren Kernresten der in Auflösung begriffenen Zellen eine »verschieden deutliche fädige Struktur« entdeckt zu haben, und er deutet die vermeinten Fäden als Pilzfäden. Das Mycoplasma soll sich nach ihm in ein Netzwerk von sehr feinen Mycelienfäden auflösen lassen. Keineswegs! Ich habe auch in meinen Präparaten solche fadenähnliche Gebilde getroffen, sowohl in den Kernen wie in dem umgebenden Zellumen, aber — wieder zu bemerken — nur in alten Mycelium- und Pseudoparenchym-Stadien. »Man könnte sie wohl für das Chromatinnetz des Kerns halten«, sagt der Verfasser (p. 313), »wenn nicht an ihnen dunkle Anschnitte wahrzunehmen wären und sich Fäden beobachten ließen«. Ich habe mir Mühe gegeben, die Richtigkeit dieser Angabe zu prüfen. Zu dem Zwecke habe ich viele Präparate wieder untersucht, aber trotz sorgfältiger Durchmusterung zahlreicher derartiger Präparatstellen ist es mir doch auch jetzt noch unmöglich, die »verschieden deutlichen Fäden« als Myceliumfäden anzusprechen. Ich will bemerken, daß die von mir neuuntersuchten Präparate sehr gut gelungen sind, und daß ich bei dieser Nachprüfung die allerschärfsten Linsenkombinationen von Zeiß benutzt habe, wodurch ich zu der Vergrößerung von 2250 gekommen bin, während Prof. Zach mit den von ihm benutzten Reichert'schen Linsen nicht höher als zu 1250 kam.

Die besprochenen Gebilde der Kernreste habe ich als Chromatinfäden des in Auflösung begriffenen Kerns betrachtet, und ich betrachte sie noch immer als solche. Die in dem Zelllumen selbst wahrgenommenen, reich verzweigten, schmalen Fadenbildungen habe ich für feine Haustorienzweige gehalten, und das tue ich auch noch.

Aber — wie dem auch sei — diese Gebilde gehören jedenfalls zu einem späteren Stadium des vegetativen Lebens des Pilzes, in welchem die Auflösung des Nährgewebes schon weit fortgeschritten ist und ein sporenerzeugendes Hymenium bald fertig vorliegt, und sie haben gar nichts mit dem vorausgehenden Plasmastadium des Pilzes zu tun.

Es läßt sich kaum bezweifeln, daß der Verfasser durch seine früheren Studien über Mycorrhiza und seine vorgefaßte Meinung, daß sich bei dem Rostkrankwerden des Getreides ganz einfach »phagocytische Prozesse« abspielen, auf einen falschen Weg geraten ist. Daher sein ganzes Fehlgehen und seine zahlreichen Fehlschlüsse!

Aus dem jetzt Angeführten dürfte hervorgehen, daß Herr Prof. Zach weder durch die von ihm zitierten Studien anderer Forscher noch durch seine eigenen, bisher publizierten Untersuchungen über den anatomischen Bau der Getreiderostflecken die Mycoplasmatheorie, wie sie von mir in meinen neueren Publikationen dargestellt ist, in irgendwelcher Weise getroffen und noch weniger umgestürzt hat.

In habe in meiner letzten Schrift über die Mycoplasmatheorie folgenden Wunsch ausgesprochen: »Möchte eine eingehende Kontrolluntersuchung auf diesem Gebiete baldmöglichst zustande kommen!« Ich kann jetzt mitteilen, daß infolge dieser Aufforderung schon in diesem Winter solche Untersuchungen an mehreren Stellen in Gang gesetzt werden, und ich bin sehr gern bereit, auch den Herrn Prof. Zach, wenn er eine solche Arbeit aufnehmen will, auf seinen Wunsch, mit allen Anweisungen und, soweit es mir möglich ist, mit Untersuchungsmaterial zu unterstützen.

Die horizontale Nutation

von

Privatdozent Dr. **Oswald Richter** in Wien.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der deutschen Universität in Prag.

(Mit 2 Doppeltafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. Dezember 1910.)

Die Bezeichnung »horizontale Nutation« für das eigentümliche Hinkriechen von im Laboratorium gehaltenen Erbsen-, Wicken- und Linsenkeimlingen auf der Blumentopferde rührt meines Wissens von Neljubow (I., 1901, 6)[1] her. Beobachtet wurde die erwähnte Erscheinung schon lange vor Neljubow von Wiesner (1878, 19) und damals unter die von ihm studierten Fälle der Nutation subsumiert. Doch empfand er selbst schon die Besonderheiten im Verhalten der Erbsen, Wicken und anderer Pflanzen (23), so daß er diese Art der Krümmung unter eigenem Namen (37) von der auch bei *Phaseolus* beobachteten absonderte.

Wyplel (1879, 3) und Rimmer (1884, [415] 23) schlossen sich bei Behandlung der Literatur, Rimmer auch in der Sonderung der Bewertung der Krümmung bei der Stoffeinteilung der Arbeit Wiesner's an.

---

[1] Er gebraucht den Ausdruck zum ersten Male p. 6.

»Die Laboratoriumsluft ergab . . . dennoch horizontale Nutation.«

»Diese beiden letzten Versuche zeigen, daß das Leuchtgas . . . die horizontale Lage der Stengel (Nutation in der Horizontalebene) der Erbsen bedingt.«

Die Bezeichnung ist vom Höchsteffekt der Gaswirkung hergenommen und deshalb meiner Meinung nach (vgl. dagegen Guttenberg [1910, 483]) glücklich gewählt: »Dadurch werden die zahlreichen Krümmungen erklärt, denn wirkt das Gas genügend kräftig, so wachsen die Triebe horizontal, erschlafft seine Wirkung, so bildet sich eine geotropische Krümmung aufwärts« (p. 10).

Seit dieser Zeit waren, wie oben erwähnt, erst wieder im Jahre 1901 die Krümmungen der Erbsen, Wicken und Linsen Gegenstand genauerer Untersuchungen, indem Neljubow den anscheinend unzweifelhaften Beweis erbrachte, daß die von Wiesner beschriebenen Erscheinungen nicht autonome Krümmungsbewegungen sind, sondern als Folgeerscheinungen aufgefaßt werden müssen, die ihre Entstehung den stets im Laboratorium vorkommenden gasförmigen Verunreinigungen der Luft verdanken.[1] Der Beweis wurde in der Weise erbracht, daß die Versuchskeimlinge, die in einer Orangerie zum Austreiben kamen, nicht eine Spur von Krümmung zeigten, sondern vertikal nach aufwärts wuchsen, genau so wie Pflanzen, die in eigens in das Laboratorium geleiteter völlig reiner Straßenluft oder in einer durch Glühen gereinigten Laboratoriumsluft gehalten wurden. Die Kontrollexemplare der Laboratoriumsluft zeigten jedoch die von Wiesner beschriebene Krümmung.

Ich (I, 1903, p. 180) habe 1903 Neljubow's Befunde mit Wicken und Erbsen vollauf bestätigen können. Auch meine Glashaus- und Reine-Luft-(r. L.) Pflanzen (2. Versuch, p. 181) wuchsen vertikal aufwärts (I, Fig. 2) und ich zweifelte nicht daran, daß die von Neljubow geäußerte Anschauung die richtige sei.

Versuche des Vorjahres, zu denen ein gelegentliches Experiment mit verschiedenen Pflanzen am Klinostaten im Glashause den Anlaß gaben, haben mich aber überzeugt, daß Neljubow's und meine Ansicht doch noch eine gewisse Ergänzung notwendig hat.

---

[1] Ich möchte hier seine eigenen Worte zitieren (p. 10): »Folglich kann die Krümmung, welche den Stengel in eine horizontale Lage bringt, nicht zur autonomen Nutation gerechnet werden.«

p. 11. »In den beschriebenen Erscheinungen lernen wir jetzt eine neue Wirkung der Gase — Acetylen, Äthylen und Leuchtgas — kennen; sie bewirken eine horizontale Lage der Triebe.«

p. 11. »Die beschriebenen Erscheinungen erlauben nun vorauszusetzen, daß die betreffenden Gase in gleicher Weise wirken, d. h. daß unter ihrer Einwirkung die Stengel der Erbse ihr Verhältnis zur Schwerkraft verändern; demnach sind die beschriebenen Krümmungen denen von transversalgeotropen Organen analog.«

Ich will gleich dieses Experiment schildern, um die Überraschung, die es barg, recht hervortreten zu lassen und es dadurch verständlich zu machen, daß ich sofort mit einer Reihe von Versuchen einsetzte, um die auftauchenden Fragen zu lösen.

Bekanntlich hat jeder Pflanzenphysiologe eine gewisse und, wie ich meine, sehr berechtigte Abneigung dagegen, die empfindlichen Klinostaten in einer feuchten Atmosphäre zu halten, da die Metallachsen bald so weitgehende Verrostungserscheinungen zeigen, daß die Präzision des Apparates mehr als gut in Frage gestellt wird, und so muß ich es einer Anwandlung, sagen wir von Leichtsinn, zuschreiben, daß ich einmal nachsehen wollte, wie sich meine so oft bewährten Versuchskaninchen *(Vicia sativa, Pisum sativum, Phaseolus multiflorus* und *Helianthus annuus)* am Klinostaten im Glashause verhalten würden, nachdem ich sie schon so oft in vertikaler Stellung in r. und ur. L.[1] beobachtet hatte.

Das Experiment wurde im Herbste des Jahres 1909 durchgeführt und zeigte auf der Drehscheibe des Wiesner'schen Apparates Wicken-, Bohnen- und Sonnenblumenkeimlinge von 1 *cm* Länge und Erbsen, die eben über das Erdreich hervorlugten. Von den von Tag zu Tag sich rapid in die Länge streckenden Keimlingen zeigten die der Sonnenblume die mir (I, 1903, p. 188) bekannte Zirkumnutationserscheinung und das labile Äußere, das mit dem Mangel der Kollenchymbildung in reiner Luft zusammenhängt (II, III, 1908/09, p. 189/116). Bald schwankten sie mit ihren langen verdrehten Trieben um die horizontale Achse, daß ich den Versuch abbrechen mußte. Daß die Kontrollkeimlinge im horizontal gelegten Topfe und die im vertikalen ganz ähnlich aussahen, brauche ich wohl kaum hervorzuheben (siehe I, Fig. 6, Topf 1 und 2). Wer diese jeder Festigkeit entbehrenden, nach jeder Windrichtung weisenden Keimlinge sieht, behauptet gewiß mit mir, daß für das schöne Experiment mit den horizontal gestellten Sonnenblumenkeimlingen am Klinostaten, die gerade bleiben, und den horizontal gelegten, nicht gedrehten, die sich negativ

---

[1] r. L. = reine Luft, ur. L. = unreine Luft.

geotropisch krümmen, das Laboratorium mit seiner schlechten Luft und den tadellos wachsenden *Helianthus*-Trieben dauernde Beliebtheit genießen wird.[1]

Auch die Wicken zeigten in Anbetracht ihres Aufenthaltes in r. L. nichts Auffallendes. Wer sich die Mühe nimmt und die Fig. 2 meiner Arbeit (I) horizontal hält, bekommt bei der Betrachtung der Wicken in Topf I und II die richtige Vorstellung von dem Aussehen meiner Versuchspflanzen. Ich werde auf diesen Versuchsausfall später noch zurückkommen (p. 1075). Die horizontal gelegten Kontrollpflanzen zeigten die scharfe geotropische Krümmung der Fig. 7*a* der Arbeit IV (siehe Literaturverzeichnis).

Jetzt interessiert uns vor allem das absonderliche Aussehen der Erbsen: kein Keimling erhob sich von dem Erdreich des Topfes, alle krochen mit schlanken, langen Trieben nach allen Richtungen auf der Erde des Versuchsgefäßes (Fig. 3*a*). Eine Regelmäßigkeit erfaßte mein Auge damals noch nicht, nur das eine Überraschende blieb unleugbar: die Erbsen verhielten sich abnorm. Was ich nochmals betonen möchte: die Gestalt der Triebe war die der Pflanzen in r. L. und wenn ich an der Reinheit der Glashausluft gezweifelt hätte, so hätte mich das Verhalten der Kontrollobjekte von der Reinheit der Luft überzeugt, denn die horizontal gelegten Kontrollpflanzen zeigten die scharfe geotropische Krümmung der Fig. 7*a* der Arbeit IV und die vertikal gestellten wuchsen vertikal nach aufwärts, beide mit schlanken, schmächtigen, gesunden Trieben (Fig. 3*b*).

Da also reine Luft vorlag, die Klst.[2]-Pflanzen sich aber, abgesehen von dem normalen Aussehen, der Länge und dem schlanken Wuchse, am Klinostaten, was die Wachstumsrichtung anlangt, verhielten, als ob sie im Laboratorium gehalten wären, ergab sich von selbst, diese Ungereimtheit zu erklären und mit neuen Experimenten einzusetzen.

---

[1] Wyplel (1879, 11), der im Laboratorium Rotationsversuche mit *Helianthus* durchgeführt hat, sah natürlich von der großen Zirkumnutationsbewegung nichts.

[2] Klst.-Pflanzen = Klinostatenpflanzen.

Ich will noch erwähnen, daß auch die Bohnen, die sonst in dem gewöhnlichen, nicht lange andauernden Laboratoriumsversuche in der Regel völlig gerade und horizontal weiterwachsen, in der reinen Luft des Glashauses am Klinostaten starke schräge Abweichungen von der Horizontalen aufwiesen, so daß die sich streckenden und besonders die nach Entwicklung des Epikotyls hervorsprossenden Triebe schließlich gegen den Topf zurückwachsen können. Diese Beobachtung wurde auch schon im Sommer 1909 im Kalthause des Gewächshauses in Prag von Prof. Molisch gemacht und dürfte entweder von ihm selbst oder von einem seiner Schüler weiterbearbeitet werden.[1]

Es ist selbstverständlich, daß ich mich nach dem oben beschriebenen Versuche zunächst nur auf das Studium der Erbsen beschränkte und somit alle vier Klinostatengefäße mit diesen Pflanzen versah. Erwähnen will ich auch noch, daß ich diesmal einen Dunkelsturz aus Pappe über den Apparat und den dazugehörigen Kontrollversuch stülpte.

Eine neue Überraschung: die Keimlinge aller Behälter — ausgenommen eines Klst.-Gefäßes — wuchsen radiär ausstrahlend über den Rand des Blumentopfes hervor und nur der jeweilig mittlere der neun Keimlinge eines Topfes wuchs in jedem Töpfchen nach einer anderen Seite. Und im vierten Behälter auch noch wieder jenes Chaos der Wachstumsrichtungen wie im ersten Experiment (Fig. 3*a*). Wenn wenigstens das Chaos bei allen Gefäßen zu sehen gewesen wäre! So komplizierte sich das Problem immer mehr. Das eine aber konnte ich jedenfalls bei diesem zweiten Versuche bereits feststellen, daß die Triebe stets nach rückwärts, d. i. nach jener Seite gekrümmt waren, die der Befestigungsstelle der Kotyledonen entgegengesetzt war. Da ich nun zufällig gerade schon vorgekeimte Erbsen von rund 1 *cm* Länge bereit hatte und die

---

[1] Solche Experimente dürften um so aussichtsvoller sein, als schon Rimmer im Laboratorium (1884 [412/3], 20/1) Versuche mit *Cucurbita Pepo* und *Phaseolus multiflorus* an um die horizontale Achse drehender Klst.-Scheibe gemacht hat, wobei er Hypokotyle »einen einzigen großen Bogen« beschreiben sah. Ich habe an Bohnenkeimlingen in r. L. sehr schöne bogige Krümmungen gesehen.

Zeit ausnutzen wollte, wurde rasch noch ein neuer Versuch gemacht, der — negativ ausfiel, d. h. alle Erbsen wuchsen etwa so, wie es der Klinostatengrundversuch verlangte, horizontal von der vertikal gestellten Klst.-Scheibe weg und nur ein geringes Abbiegen nach außen deutete auf Tendenzen der Keimlinge, wie ich sie schon an meinen Klst. r. L.-Erbsen gewöhnt war.

Damit war der Höhepunkt der Komplikationen erreicht und es galt, sorgfältig und langsam vorzugehen, um das Mittel zu finden, das es ermöglichen sollte, sich in diesem Labyrinth von Möglichkeiten zurechtzufinden. Fig. 1_2 mag zunächst die Erklärung des absonderlichen strahligen Wuchses der Keimlinge geben. Es ist nämlich nur notwendig, die Keimlinge so zu setzen, daß die Würzelchen gegen außen und die Kotyledonen nach innen sehen, dann kann man, wenn die Triebe beim Setzen genügend klein, d. h. nicht höher als 0·5 *cm* waren, bestimmt erwarten, daß man jene geradezu ästhetisch anmutende Keimlingsanordnung erhält, die die Fig. 1_2 zeigt. Der Gärtner hatte im zweiten oben beschriebenen Falle ohne Absicht die Keimlinge in der genannten regelmäßigen Weise gesetzt und mir damit, ohne es zu wollen, die mitgeteilte Überraschung bereitet. Um mich in dieser Beziehung ja keinem Irrtum hinzugeben, wurde noch der folgende Versuch gemacht, der in Fig. 1_{1-4} seine Darstellung fand. Bei diesem Experiment wurden die Keimlinge absichtlich

I. in zwei Reihen, parallel zueinander, 1_3;

II. im Kreise um einen im Zentrum des Rotationsgefäßes pikierten Keimling mit den Kotyledonen nach innen, 1_2;

III. desgleichen, mit den Kotyledonen nach außen, 1_1;

IV. desgleichen, aber mit unregelmäßiger Lage der Kotyledonen gesetzt, 1_4.

Es ist nach der Photographie Fig. 1 wohl kaum ein Zweifel mehr möglich, daß tatsächlich die Krümmung der Epikotyle stets von den Keimblättern weg nach rückwärts stattfindet. Fig. 2 gibt endlich die vertikal gestellten Kontrollkeimlinge des Klst.-Versuches der Fig. 1_{1-4} wieder.

Aus Fig. 4 und 5 dürfte weiter einleuchten, warum Erbsen, die schon 1 *cm* lang geworden sind, ehe sie zum Versuche

verwendet werden, die sonst an Erbsen in r. L. am Klst. bemerkbare Wuchsrichtung nicht einhalten, sondern geradeaus, mehr oder minder parallel zur horizontalen Achse, weiterwachsen. Das in Fig. 4 und 5 dargestellte Experiment wurde nämlich in der Weise durchgeführt, daß 1. Keimlinge, deren Epikotyle eben zwischen den Kotyledonen hervorlugten, 2. solche, die 0·2 *cm*, 3. solche, die 0·5 *cm*, und 4. solche, die bereits 1·2 *cm*, alle selbstverständlich bei Vertikalstellung der Klst.-Gefäße, erreicht hatten, zum Versuche verwendet wurden. Man sieht ganz genau, daß nur die mit 1 und 2 bezeichneten Versuchspflanzen sich dem Erdboden anschmiegen und daß eine Beziehung zwischen der Länge der Triebe und dem Winkel, den sie in der Folge mit der Drehscheibe bilden, zu bestehen scheint (3, 4). So betrug dieser Winkel bei den Keimlingen aus 3 60°, den aus 4 83°.

Nach der photographischen Aufnahme wurden die Versuchspflanzen aller Größen mit Tuschepünktchen markiert und dabei zweifellos festgestellt, daß in der untersten, der den Kotyledonen nächsten Zone kein Wachstum mehr stattfand trotz der Jugend der Hauptmasse der Versuchsobjekte. Über die Kontrollpflanzen und weitere Details der Versuchsanstellung vgl. die Figurenerklärung.

Aus diesen Experimenten, die nur Musterbeispiele zahlreicher anderer darstellen, die ganz gleichartig ausfielen, läßt sich, wie mir scheint, folgern:

1. daß Erbsenkeimlinge, in r. L. des Glashauses am Klst. um eine horizontale Achse gedreht, oft ein ungewöhnliches Verhalten zeigen, indem sie nicht wie andere Keimlinge vertikal zur Drehscheibe weiterwachsen, sondern sich ganz dem Erdreiche anschmiegen und damit in der Ebene der Drehscheibe ihre Ruhelage finden;

2. daß sie dabei stets nach der den Kotyledonen entgegengesetzten Seite nach rückwärts ausbiegen und

3. daß bei diesen Bewegungen die vorgängig bei vertikaler Aufstellung erreichte Länge einen maßgebenden Einfluß auf die Krümmung ausübt, indem nur genügend kleine Keimlinge die Krümmung tadellos zeigen, während bei längeren, proportional zur größeren, in vertikaler Stellung erreichten

Längen der Effekt abnimmt. Man kann aber selbst bei 1 *cm* langen Pflanzen noch unzweifelhaft die Tendenz der Krümmung nachweisen.

Durch diese Befunde war also zunächst Ordnung in die verwirrenden Beobachtungen gebracht, vor allem der negative Ausfall des dritten Experimentes verständlich gemacht, aber auch das strahlige Wachstum der Versuchskeimlinge im Experiment 2 als natürliche Folge der Art des Einsetzens erkannt. Ohne nun vorläufig auf die theoretischen Erwägungen, die sich an diese Befunde knüpfen, einzugehen, möchte ich hier gleich noch einige Mißerfolge verzeichnen, die sich nach, ich kann wohl sagen, Hunderten positiver, im Licht und Dunkel erhaltenen Ergebnissen ganz unerwartet im Monate Mai 1910 im Glashause einstellten. Diesen plötzlich auftretenden negativen Befunden stand ich zunächst völlig ratlos gegenüber, bis mir der Einfall kam, daß das inzwischen ungemein intensiv gewordene Sonnenlicht einen Einfluß auf die Krümmung bei den Lichtversuchen am Klst. haben könnte. Das ist nun tatsächlich der Fall: die Versuche gelingen stets nur tadellos im Dunkeln oder bei dem gedämpften Tageslicht, wie es in den Spätherbst-, Winter- und Vorfrühlingsmonaten herrscht oder wie man es durch Abschattieren mit Seidenpapier im Glashause in den Spätfrühling- und Sommermonaten erhalten kann (Fig. 7, 8). Dagegen mißglücken die Versuche bei dem starken Sonnen- oder sehr starken diffusen Lichte der Spätfrühjahr- und Sommermonate, und zwar läßt sich eine Proportionalität zwischen den herrschenden Lichtintensitäten und dem Krümmungsausfall feststellen in dem Sinne, daß im allgemeinen die Krümmung um so deutlicher wird, je schwächer das Licht ist.

Nachdem ich somit alle möglichen Mißerfolge und alle Möglichkeiten erörtert habe, die zu unklaren oder verwirrenden Ergebnissen führen können, will ich nun die Versuchsanstellung für den positiven Erfolg genau schildern, die Bedingungen klarlegen, unter denen die Krümmung besonders deutlich wird, und dann die theoretischen Folgerungen behandeln, die sich an das Vorausgehende ohne Schwierigkeit werden anknüpfen lassen.

Versuchsanstellung.

Die Keimlinge brauchen zu unseren Experimenten nicht einen Moment im Laboratorium gewesen zu sein. Man arbeitet also mit völlig normalen Keimflanzen. Eine Anzahl Keimschalen mit Sand (siehe Oswald Richter, V, p. 8) stehen bereit, um Keimlinge verschiedensten Alters zu liefern. Die Samen werden 6 Stunden im Leitungswasser quellen gelassen und dann nach Vorstoßen von Löchern für die vorbrechenden Würzelchen in die Keimschalen gesetzt. Gewöhnlich treiben die Würzelchen schon nach 24 bis 48 Stunden bei der im Warmhause herrschenden Temperatur. Haben sie eine Länge von $^1/_2$ bis 1 *cm* erreicht, so werden sie zu je 9, 8 oder 6 in Erde oder in feuchten Flußsand in die Klst.-Gefäße eingesetzt. Um diese Zeit merkt man von den Trieben entweder noch gar nichts oder es lugt das Knöspchen eben aus den Kotyledonen heraus. Die Pflänzchen werden mit den Kotyledonen schwach ins Erdreich oder in den Sand gedrückt, in die natürlich wieder für die Würzelchen Kanäle vorgestoßen waren. Die Töpfe werden nach dem Pikieren begossen und können nun entweder sofort zum Experiment verwendet werden oder sie bleiben mit den Kontrolltöpfen unter Dunkelsturz stehen, bis die Pflanzen die für den Versuch gewünschte Länge erreicht haben.

Es ist klar, daß in diesem Falle Versuchs- und Kontrollkeimlinge noch eine Zeitlang negativ geotropisch beeinflußt werden, während, sofern die Bewegung am Klinostaten sofort beginnt, die noch von den Kotyledonen umschlossenen Triebe der einseitigen Schwerkraftswirkung sofort entzogen und senkrecht zur Hauptachse einer allseitigen Schwerkraftswirkung ausgesetzt werden. Und darin liegt nach meiner Meinung im wesentlichen die Erklärung aller geschilderten auffallenden Erscheinungen; denn wir haben es im Falle der Erbsen mit einer diesen und, wie ich später zeigen werde, einer Anzahl anderer Pflanzen eigentümlichen Nutation der Epikotyle zu tun, die erst dann klar und unverhüllt zutage tritt, wenn die einseitige Wirkung der Erdschwere durch den Kunstgriff, den der Klinostat bietet, in eine allseitige umgewandelt wird.

Ich habe hier gleich den Ausdruck Nutation gewählt, bin aber noch den Beweis dafür schuldig geblieben, daß die beschriebene Krümmung wirklich nur durch innere Ursachen hervorgerufen wird.

Für die zur Beantwortung dieser Frage zunächst in Gang gesetzte anatomische Untersuchung war eine Beobachtung

von Bedeutung, die es möglich erscheinen ließ, daß die Kotyledonarachselknospen durch ihr Hervorsprossen die Triebe der Klst.-Pflanzen einfach zur Seite drängten, so daß die seitliche Abschwenkung nicht als aktive Bewegung, sondern als passives Zurseitegedrücktwerden gedeutet werden müßte. Die genaue Überprüfung der Frage ergab ein negatives Resultat, da zwischen den vertikalen Kontroll- und den horizontal nutierenden Klst.-Pflanzen anatomisch kein wesentlicher Unterschied auffindbar war.

Vom physiologischen Standpunkte trachtete ich das Wesen der Krümmung in der Weise zu ergründen, daß ich meine Keimlinge zunächst so lange am Klst. im Glashause beließ, als dies überhaupt ging, d. h. so lange, bis die Triebe, durch ihre übermäßige Länge zum weiten Überneigen und Herabhängen gebracht, den Wert der Bewegung für das Problem ganz in Frage stellten. Es gelang mir nie, die Kotyledonarknospen bei den unversehrten Pflanzen am Klst. zum Austreiben zu bringen und damit in einer solchen Wachstumsbeschleunigung der Achseltriebe die primäre Ursache des Ausbiegens der Erbsentriebe nachzuweisen. Ich brauche wohl kaum hervorzuheben, daß auch bei den Kontrollpflanzen ein solches Austreiben stets unterblieb.

Neue Experimente, bei denen ich die Haupttriebe stutzte, führten auch zu keinen befriedigenden Resultaten, da zwischen den Axillartrieben der Klst.- und denen der vertikalen Kontrollpflanzen kein nennenswerter Zeitunterschied im Austreiben erzielt werden konnte, womit der Beweis erbracht war, daß ein verfrühter Knospenaustrieb an den Klst.-Pflanzen nicht die Ursache der Abkrümmung der Erbsentriebe sein kann. Es ist also nicht eine starke Knospenausbildung, sondern das Abbiegen der Stengel das Primäre, die Krümmung also nicht von diesem kontrollierbaren Faktor bedingt. Und wenn man oft die Kotyledonarknospen an den Klst.-Pflanzen besser sieht als an den Kontrollexemplaren, so ist das einfach auf das bessere Freiliegen derselben infolge des Abbiegens der Triebe bei den nutierenden Klst.-Pflanzen als bei den in vertikaler Stellung befindlichen Trieben der Kontrollpflanzen zurückzuführen.

Bei diesen Versuchen ließ sich eine sehr lehrreiche Beobachtung machen, die in Fig. 9 zur Darstellung gebracht wurde. Stutzt man die Haupttriebe, so kommen schon nach einem Tage bei den Klst.- ebenso wie bei den Kontrollkeimlingen die jungen Axillartriebe bei beiden Kotyledonen jeder Pflanze gleichzeitig hervor, doch bleibt alsbald einer der Triebe im Wachstum zurück, während der andere das ganze Nährmaterial an sich reißt. Das geschieht mit einer solchen Regelmäßigkeit und in der Regel mit dem gleichseitigen Achselsproß, daß man sich zur Demonstration der so häufig vorkommenden Bevorzugung eines von zwei gleichaltrigen Individuen kaum geeignetere Versuchspflanzen denken kann wie die Kotyledonarachseltriebe der Erbsen (vgl. Fig. 9).

Beim Überblicken der im vorstehenden angeführten anatomischen und physiologischen Untersuchungen über das Wesen der Krümmung ergibt sich, daß sie vermutlich eine autonome ist, die auftritt ohne Rücksicht auf die vom Experimentator kontrollierbaren, in ihrer Wirkung sehr leicht begreifbaren anatomischen Ursachen.

Ich habe absichtlich das Wörtchen »vermutlich« dem Ausdrucke »autonom« vorausgesetzt, da ich noch zu zeigen habe, ob nicht doch äußere Einflüsse die Bewegung der Triebe bedingen.

I. Einfluß der Temperatur.

Wir sind insbesondere durch die wertvollen Untersuchungen von Lidforss (1903, p. 343) darüber unterrichtet, daß das schon lange bekannte Niederliegen der Triebe von *Lamium*-Arten bedingt wird durch die im Herbst und im Winter einsetzende niedere Temperatur und daß man durch Erwärmung der Pflanzen die Krümmung leicht rückgängig machen kann. Ich habe natürlich auch bei meinen Versuchen mit dieser Möglichkeit rechnen müssen, zumal ich die ersten Experimente im Herbste im noch ungeheizten Warmhause angestellt hatte, in dem die Temperatur während der Nacht auf 12° C. zu sinken pflegte. Es war also gar nicht so unmöglich, daß die wenigstens zeitweise wirksame niedere

Temperatur oder der Temperaturwechsel die Krümmung hervorrief. Eigens darauf abzielende Versuche haben aber bewiesen, daß dem nicht so ist. Schon die Tatsache, daß ich während des ganzen Winters im mit Warmwasserleitung geheizten Warmhause bei durchschnittlich 20° C. stets die deutlichsten Ergebnisse erzielte, sprach dagegen. Vergleichende Versuche habe ich aber erst im Frühjahr anstellen können, wo ich meinen Apparat im völlig offenen Gartenhäuschen des Versuchsgärtchens aufstellte bei Temperaturen unter, bei und über 0° C., während ein Pfeffer'scher Klst., auf den ich später (p. 1073) noch zu sprechen komme, im Warmhause des Glashauses, mit Erbsen beschickt, die Kontrolle bildete. Natürlich standen neben jedem dieser Versuche Kontrolltöpfchen vertikal. Da sich im pflanzenphysiologischen Institut in Prag nur ein vorzüglicher Wiesner'scher Apparat befindet, wurde selbstverständlich auch dieser nach den Versuchen im Kalten ins Warmhaus übertragen, um weitere Kontrollversuche durchzuführen. Die Experimente zeigten übereinstimmend, daß die Krümmung von der herrschenden Temperatur sozusagen unabhängig ist, vorausgesetzt natürlich, daß die Temperatur nicht so tief sinkt, daß jedes Wachstum sistiert wird. Man kann aber insofern von einem geringen Temperatureinfluß reden, als die durch die niedrige Temperatur bewirkte Verlangsamung des Längenwachstums die Krümmung noch schöner hervortreten läßt als bei den raschwüchsigen Klst.-Pflänzchen im Warmhaus, und zwar gilt das in gleicher Weise für die Licht- wie die Dunkelversuche.

II. Einfluß des Lichtes.

Von einem Faktor, der die Nutationskrümmung hemmend beeinflußt, war schon bei den möglichen Fehlerquellen der Versuchsanstellung die Rede, dem Lichte, weshalb auf das p. 1058 Gesagte hingewiesen sein mag. Danach äußert sich die Wirkung des Lichtes in einer vollständigen oder nahezu vollständigen Aufhebung der Krümmung proportional zu der herrschenden Lichtintensität, und zwar dürfte jene zur Klst-Achse fast parallele Wuchsrichtung, die man bei sehr starkem diffusen Tages- oder starkem Sonnenlichte erhält, zu deuten

sein als die Resultierende zwischen der am Klst. im Dunkeln und bei schwachem diffusen Lichte auftretenden Krümmung und dem dieser Krümmung entgegenwirkenden Heliotropismus der Triebe. Wie der Versuch im diffusen Tageslicht des Herbstes ausfällt, mag Fig. 7 und 8 zeigen.

III. Einfluß der Laboratoriumsluft.

Das meiste Interesse beansprucht jedenfalls der Einfluß der Laboratoriumsluft auf die Krümmung der Erbsen. Dabei ist nicht so sehr das Verhalten der Klinostatenpflanzen beachtenswert als das der Kontrollexemplare, die am Versuchsbeginn entweder ruhig vertikal aufgestellt oder horizontal umgelegt wurden. Fig. 11_1 zeigt einen solchen gleichzeitig mit Erbsen beschickten, vertikal stehenden Kontrolltopf aus stark verunreinigter Laboratoriumsluft aus einem dunklen Thermostaten der Dunkelkammer des pflanzenphysiologischen Institutes in Prag von oben. Die dick angeschwollenen, etwa acht Tage alten, kurz gebliebenen Triebe pflügen förmlich das Erdreich. Fig. 12 ist der zugehörige Kontrollversuch. Es ist das eine etwas drastischere Modifikation von Neljubow's (I, 1901) und meinen (I, 1903) älteren Versuchen.

Die Pflanzen am Klst. sehen genau so aus (Fig. 11_2), vorausgesetzt, daß sie klein genug waren, als sie zum Versuche in Verwendung kamen. Die Pflanzen im vertikal stehenden Topfe in L. L. verhalten sich also, abgesehen von der Hemmung des Längen- und der Förderung des Dickenwachstums in bezug auf die Art der Krümmung genau so wie die Pflanzen in r. L. bei zur Triebslängsachse allseitig wirkender Schwerkraft. Was bewirkt nun die Rotation am Klst.? Sie hebt die einseitige Schwerkraftswirkung auf. Aufhebung der einseitigen Schwerkraftswirkung löst die in Rede stehende Krümmung der Erbsenkeimlinge aus.

Nun sehen wir aber, daß in der L. L.-Luft dieselbe Krümmung auftritt — welchen Schluß werden wir daraus ziehen können? — Daß die Laboratoriumsluft die einseitige Schwerkraftswirkung aufhebt. Damit sind wir aber zu jener Ansicht gelangt, die seinerzeit Molisch (I, II, III, 1902 bis 1905) ausgesprochen hat und die von mir durch eine Anzahl von

Versuchen anderer Art als die vorliegenden bewiesen wurde (IV, 1906 [302]/38). Damit gewinnt aber unser Befund ein erhöhtes theoretisches Interesse: die Klst.-Bewegung in r. L. und die L. L. allein bringen den gleichen Richtungseffekt zustande; sie heben die einseitige Schwerkraftswirkung auf und gestatten es, auf diese Art Bewegungen zu erkennen, von deren Existenz man sonst keine Ahnung hätte. Und so werden andrerseits die Erbsen zu Indikatoren dafür, daß und wo einseitige Schwerkraftswirkung aufgehoben wird.[1]

Wenn das richtig ist, dann muß alles, was die einseitige Wirkung der Schwerkraft wieder zutage treten läßt, die Erbsenkrümmung aufheben. Das ist auch der Fall. Jedes Kontrollgefäß in r. L. gibt zunächst dafür eine Illustration, aber auch jede Verbesserung der L. L. Man braucht nur eine Zeit zu lüften und schon erheben sich die niederliegenden Triebe. Um so klarer tritt die Krümmung hervor, je stärker die Verunreinigung der Luft ist. Das gilt — nebenbei bemerkt — ebenso für die Klst.- wie die vertikal gestellten Kontrollexemplare in L. L.

Im übrigen gilt von den Klst.-Objekten, was von denen in r. L. gesagt wurde. Somit tritt die Krümmung am schönsten auf, wenn die Pflanzen, bevor sie im Laboratorium zum Versuche verwendet wurden, eben aus der Erde hervorkommen oder eine Länge von 0·2 bis 0·5 *cm* erreicht haben. Sind die Erbsen 1 *cm* oder länger als 1 *cm* im Glashause geworden, so wachsen sie parallel zur Drehachse weiter wie im Glashause, natürlich unter den gewohnten Hemmungs- und Verdickungserscheinungen (Fig. 10). Das ist höchst auffallend und stützt

---

[1] Neljubow benutzte seinerzeit den Klst. nicht in der Orangerie und auch nicht die um die horizontale Achse rotierende Drehscheibe (p. 3) und so mag ihm dieses entscheidende Resultat entgangen sein. »Nicht weit vom Fenster, auf einer in der Horizontalebene sich drehenden Scheibe des Klinostats, wurde ...«.

p. 4. »Die Erbsen wurden im Thermostaten von Roux bei einer beständigen Temperatur von 25° in feuchter Atmosphäre zum Keimen gebracht, die einen im Dunkeln, die anderen am Licht auf der in horizontaler Richtung sich drehenden Scheibe des Klinostaten.«

meine Ansicht von dem Wesen der L. L.-Wirkung noch um ein erhebliches. Hat nämlich einseitige Schwerkraftswirkung die Nutationsperiode im Glashause überwunden, so hilft Ausschaltung der einseitigen Schwerkraftswirkung, ob sie nun in der L. L. oder in r. L. vom Klst. besorgt wird, nichts mehr. Die Pflanzen wachsen gerade weiter und ihre Krümmungsfähigkeit kehrt nicht mehr zurück. Dagegen ruft Übertragen vertikaler, auch schon längerer Pflanzen in L. L. oder Leuchtgas stets, wie auch schon Neljubow (1901, I. 7) fand, horizontale Nutation hervor.

Durch jenen in Fig. 10 dargestellten Versuch wurde ein ganz ähnliches Resultat erzielt, wie es Neljubow (II/III, 1909/10) in einer zweiten Arbeit erhalten hatte, in der er mitteilt, daß die Pflanzen »unter denselben Bedingungen« (d. h. in r. L. ausgekeimt und in Äthylenluft am Klinostaten um die horizontale Achse gedreht) keine Krümmungen ausführen, was er als Beweis für die Verwandlung des vertikalen in transversalen Geotropismus ansieht. Wie wir sehen, mußte er dieses Resultat erhalten, da seine Pflanzen, offenbar schon über das Nutationsstadium hinaus in r. L. des Glashauses gehalten, zu alt zum Versuche verwendet wurden. Die große Aktivität, mit der die Krümmung vor sich geht, beobachtete er auch. Nach ihm soll auch Prianischnikow die gleiche Krümmung in Wasserkulturen gesehen haben. Über Neljubow's in Druck befindliche Arbeiten vgl. das Register.

Experimente mit höherer und niederer Temperatur im Thermostaten haben wieder bei den angewandten Temperaturen die völlige Unabhängigkeit der Krümmung der Klst.- und Kontrollpflanzen von den jeweiligen Temperaturgraden ergeben, ja man könnte beinahe sagen, daß entgegen den Erfahrungen mit niedriger Temperatur in r. L. die Krümmung in L. L. proportional zur stärkeren Heizung stärker wird.

Ich wählte eben mit Absicht den Ausdruck »Heizung« und nicht »Steigerung der Temperatur«, weil das erste Wort schon darauf hindeutet, welcher Faktor gesteigert wurde. Mit dem starken Aufdrehen des Gashahnes kamen mehr gasförmige Verunreinigungen in den Warmkasten und steigerten natürlich durch ihren hemmenden Einfluß auf das Längenwachstum

und durch ihre Fähigkeit, die einseitige Schwerkraftswirkung ganz auszuschalten, vorausgesetzt, daß die Erbsen beim Versuchsbeginn genügend klein waren, den Versuchseffekt bei den vertikal aufgestellten und Klst.-Pflanzen um ein Bedeutendes. Diese angeschwollenen, turgeszenten, zum Platzen förmlich bereiten Triebe muß man gesehen haben, um eine Vorstellung von diesen absonderlichen Kunstprodukten zu bekommen. Fig. 11 mag eine Vorstellung von ihnen geben. Das dicke Aussehen ist, nebenbei bemerkt, die Folge des durch die Wirkung der gasförmigen Verunreinigungen der Luft bei höherer Temperatur gesteigerten Turgors (Richter Oswald, VI, 1908).

Die Klst.-L. L.-Versuche haben auch noch dazu beigetragen, meine Meinung vom Wesen der horizontalen Krümmung als Nutation zu festigen und die andere, nach der die Krümmung eine Folgeerscheinung der Kotyledonarknospenentwicklung sei, zu schwächen; bestand ja doch die Hoffnung, daß vielleicht die umgelegten Haupttriebe infolge der L. L.-Wirkung das weitere Wachstum einstellen und die Achseltriebe bei den so behandelten Pflanzen wirklich zum vorzeitigen spontanen Austreiben gelangen könnten. Diese Hoffnung erfüllte sich nicht trotz sehr langen (drei- bis vierwöchentlichen) Ganges eines Versuches. Ob bei noch längerer Versuchszeit dieser Effekt eintreten könnte, wage ich heute zu bezweifeln, da offenbar auch bei den L. L.-Pflanzen der Nahrungsstrom, wenn auch ein chemisch verschiedener (Richter Oswald, II, V), in ähnlicher Weise wie bei den Glashauspflanzen in die Hauptachsen dirigiert wird und weil ja, wenn auch die Achselknospen der Kotyledonen austreiben wollten, die L. L. diesem kühnen Unterfangen ein ebenso energisches Hindernis in den Weg legen würde wie dem Haupttriebe bei seinen Streckungsversuchen.

Ich habe endlich wieder die Stutzungsversuche in Angriff genommen, zuerst in der Art, daß ich die L. L.-Pflanzen in L. L. beließ, dann derart, daß ich sie ins Glashaus trug und dort stutzte oder erst stutzte und dann ins Glashaus übertrug,

am Klst. beließ oder vertikal stellte. In allen L. L.-Versuchen gingen mir die Pflanzen ein, ehe auch nur eine Spur von Austreiben der Knospen zu sehen war; tadelloses Austreiben erhielt ich jedoch stets oder fast immer bei der Übertragung ins Glashaus, ob nun das Stutzen vor dem Übertragen durchgeführt wurde oder umgekehrt, ob die Pflanzen am Klst. blieben oder nicht. Und dabei war fast immer jenes Vorauseilen des ersten Achseltriebes zu sehen, wie es die Fig. 9 darstellt, die mit solchen ins Glashaus übertragenen L. L.-Pflanzen erhalten wurde.

Es waren danach die L. L.-Versuche auch so ausgefallen, daß man zu der Ansicht gedrängt wurde, es sei die Krümmung nicht das Sekundäre, d. h. ein rein passives Ausweichen vor den austreibenden Knospen, sondern das Primäre, d. h. eine von inneren Ursachen bedingte, durch äußere (L. L.) verstärkbare oder hemmbare (Schwerkraftswirkung) Nutation.

IV. Mechanische Wirkungen.

Wenn wirklich die Erdschwere als hemmender Faktor in Betracht kommt, dann mußte es möglich sein, unter Bedingungen, unter denen die Krümmung sonst auftrat, durch mechanische Eingriffe ihr Auftreten zu verhindern. Ein solches Mittel war

1. das Anbinden der hervorbrechenden Triebe der Klst.-Pflanzen in r. L. an Holzklötzchen.

Zu diesem Zwecke setzte ich je acht Erbsen in zwei Reihen in ein Gefäß, die Kotyledonen einander zugewendet und zwischen die Kotyledonenreihen drückte ich vier Holzklötzchen in das Erdreich, an die ich die Triebe beider Reihen binden konnte. Wer dieses Experiment nachmachen will, wird sehen, daß das Anbinden der Keimlinge nicht leicht ist, indem die ganz jungen Triebe häufig vom Zwirn durchgeschnitten und geköpft werden, ältere von 1 *cm*, die sich gut binden lassen, aber bereits unbrauchbar sind, da sie als zu alt nach den vorangegangenen Ausführungen (p. 1056) schon ohne das Befestigen fast parallel zur Klinostatenachse wachsen. Am

besten eignen sich 0·5 *cm* lange Triebe auch für diese Art von Versuchen. Meine Experimente über die Verhinderung der horizontalen Nutation durch Anbinden sind somit nicht zahlreich genug geworden, doch glaube ich trotzdem erklären zu dürfen, daß sie das erwartete Resultat ergaben: bei den wenigen gut angebundenen Pflänzchen trat deutliche Hemmung der Krümmungsbewegung ein.

2. Eingipsungsversuche,

die noch auf meinem Programm standen, habe ich wegen meiner plötzlichen Übersiedlung nach Wien nicht mehr ausführen können. Ansätze in dieser Richtung fallen zwar schon in den April 1910, doch waren die Versuchsschwierigkeiten wegen der zarten Objekte und der bloß dreiseitig auszuführenden hemmenden Gipswand so große, daß diese Experimente die vollste Hingabe verlangt hätten, was 1910 nicht mehr möglich war. Indem ich nun noch die Vermutung ausspreche, daß richtig ausgeführte Eingipsung die horizontale Nutation der Klst.-Pflanzen gewiß hemmen dürfte, möchte ich nur noch

3. Experimente über den Einfluß reichlichen Erdreichs und knappen Ansetzens an die Gefäßwand

schildern, die ich, vom gleichen Gedankengange erfüllt, in Szene gesetzt habe. Für die zweite Art dieser Versuche wurden die Keimlinge mit der Seite, an der die Triebe hervorbrechen sollten, so eng an die Gefäßwand angedrückt, als es überhaupt ging. Leider bogen die austreibenden Epikotyle längs der glatten Gefäßwand aus oder drückten, sich mit der Spitze gegen die Gefäßwand stemmend, die Kotyledonen gegen das Innere des Gefäßes oder rutschten endlich, schräg aufsteigend, so lange an der Gefäßwand hinauf, bis sie über den Rand kamen und damit keinen Widerstand mehr fanden und horizontal weiterwachsen konnten. So sind also auch diese Versuche nicht beweisend und können höchstens als Beleg dafür angeführt werden, mit welcher Kraft die horizontale Nutation vor sich geht. Für diese Energie geben nun die beste Vorstellung meine Experimente mit tief ins Erdreich eingesenkten Keimlingen. Statt nämlich, wie ich zunächst erwartete, seine

Bewegungsrichtung aufzugeben, pflügt oder wühlt sich der junge Keimling, von inneren Kräften getrieben, durch das festgedrückte Erdreich.

Bei diesen Versuchen traten nun zum ersten Male jene abnormen Krümmungen auf, die in Fig. 6*a*—*c* dargestellt sind und die sich dadurch auszeichnen, daß Stengel und Würzelchen vollständig parallel zueinander wachsen — vielleicht der erste Fall, wo man künstlich Hauptwurzel und Haupttrieb zu parallelem Wachstum veranlaßt hat. Solcher aparter Pflanzen kommen oft vier auf sechs Versuchskeimlinge in einem Klst.-Gefäß vor und machen beim ersten Auftreten dem Experimentator nicht geringen Kummer. Wenn er nämlich nicht weiß, daß ein solcher Effekt möglich ist, wartet und wartet er, bis er ein Lebenszeichen von seinen Erbsentrieben erhalten werde; und da sich das ursprüngliche Bild, die halb oder spurenweise zutage liegenden Kotyledonen, nicht ändert, gibt er die Hoffnung bereits auf, denkt an Verfaulen der Stengel u. a. m., bis er nach drei Tagen des Wartens beim vorsichtigen Austopfen mit Bildern wie die der Fig. 6*a*—*c* überrascht wird. Ich habe später diese Wuchsformen oft erhalten, und zwar immer dann, wenn ich Keimlinge verwendete, die nicht ganz »korrekt« ausgekeimt waren, sondern bei denen das Würzelchen in einem Bogen um die Kotyledonen herumgewachsen war. Ich habe mir einige Erklärungen für diese Erscheinung zurechtgelegt, ob sie aber die richtigen sind, kann ich natürlich nicht sagen:

1. wäre daran zu denken, daß durch ein tiefes Einsetzen oder bei jenen Keimlingen mit den bogig gewachsenen Wurzeln durch die Wurzelumklammerung der junge Trieb bereits in die nach unseren Erfahrungen normalerweise zukünftige Wachstumsrichtung am Klst. eingestellt wird, so daß er, beim Austreiben um 90° abbiegend, parallel zur Wurzel zu liegen kommt und nun allen bisherigen Erfahrungen entgegen nicht von dem Erdreiche weg, sondern in das Erdreich hineinwächst;

2. läge auch der Gedanke nahe, daß bei der in 1 geschilderten primär-abnormen Einstellung der seitliche Druck des Erdreiches genügen könnte, um die Krümmung von 90° in eine von 180° zu verstärken;

3. könnte man sich vorstellen, daß die bogig gewachsenen Wurzeln einen solchen Druck auf die Kotyledonen und damit indirekt auf die Keimlinge ausüben, daß sie in die neue Richtung abgebogen werden;

4. endlich könnten die in 1 und 2 angegebenen Momente eventuell mit denen in 3 zusammenwirken.

Von diesen vier Erklärungen sagt mir am meisten die erste zu. Doch sehen wir ganz von den Erklärungsversuchen ab und bleiben wir bei den Tatsachen: Es kommt vor, daß die Krümmung der Erbsen am Klst. in r. L. so gesteigert wird, daß die Triebe parallel zu den Wurzeln ins Innere der Klst.-Gefäße wachsen.

Ich habe also nur noch hinzuzufügen, daß mitunter bei diesen Verhältnissen, aber auch, wenn die Triebe horizontal wachsen, die Wurzeln aus dem Erdreich heraus und, wenn es genug feucht in dem Glashause ist, eine Zeit parallel zu der Achse nach außen wachsen.

In diesen abnormen Fällen hat man dann Keimlinge vor sich, die mit der Wurzel aus dem Erdreich und mit dem Triebe in dasselbe hineinwachsen, ein Beispiel heilloser »Sinnesverwirrung« im Pflanzenreiche.

4. Horizontalwuchs am Klinostaten durch gegenseitigen Druck der Keimlinge aufeinander (?).

Hier möchte ich endlich noch auf das in Fig. 7_2 und 8_2 dargestellte Klst.-Gefäß hinweisen, das Keimlinge zeigt, die aufeinander zugewachsen sind und nun, gegeneinander drückend, in Büschelform in die Horizontale hinüberbiegen. Es scheinen hier die Keimlinge selbst gegenseitig das besorgt zu haben, was ich mit Anbinden, Eingipsen, Tiefsetzen usf. bezweckte, wenn die Buschbildung nicht als rein mechanische, unter diesen Verhältnissen allein mögliche Vereinigung der Triebe aufzufassen ist.

V. Experimente über die Ausschaltung einseitiger Schwerkraftswirkung.

Zum Schlusse möchte ich noch einige andere Arten der Beweisführung für die Bedeutung der einseitigen Schwerkraftswirkung anführen, die in reiner Luft auszuführen sind.

1. Die Wirkung der Befestigung der Klst.-Gefäße senkrecht zur Drehachse.

Alle bisher beschriebenen Experimente, bei denen von Klst.-Pflanzen die Rede war, sind in der Weise ausgeführt worden, daß die Versuchsgefäße parallel zur Drehachse befestigt wurden. Es war also zu überprüfen, ob die Befestigungsart der Gefäße auf den Versuchsausfall einen Einfluß ausübt.

Es ist selbstverständlich, daß Versuche zur Beantwortung dieser Frage bloß im Glashause ausgeführt zu werden brauchten, weil ja die gleichzeitige Berücksichtigung anderer Faktoren (L. L.) nur unerwünschte Komplikationen zur Folge gehabt hätte. Es wurden also die Klst.-Gefäße wie gewöhnlich adjustiert, aber in die Drehscheibenebene senkrecht zur Drehachse befestigt. Der Gang des Apparates blieb wie gewöhnlich — der Effekt auch. Da nämlich auch in der neuen Stellung die einseitige durch eine allseitige Schwerkraftswirkung ersetzt wurde, war das ja gar nicht anders zu erwarten. Der einzige Unterschied war der, daß diesmal der allseitige Angriff der Schwerkraft in die beim vertikalen Stehen induzierte Triebrichtung hineinfiel. Es trat also der Erfolg der Versuche im Dunkeln wie im Lichte in der r. L. des Glashauses etwa zur selben Zeit ein wie bei der ursprünglichen Art der Befestigung der Klst.-Gefäße. Diese Versuche haben also gezeigt, daß nicht gerade eine zur Klst.-Achse parallele Befestigungsweise der Rotationsgefäße nötig ist, um die horizontale Nutation in r. L. zu erzielen.

2. Die Wirkung der schiefen Aufstellung des Klinostaten und der Schrägstellung der Klinostatenachse.

Für diese Art von Experimenten war der folgende Gedankengang maßgebend. Wenn die Krümmung wirklich bei Ausschaltung einseitiger Schwerkraftswirkung auftritt und diese bei der üblichen Apparatstellung erzielt wird, dann muß eine Schrägstellung des Apparates die Krümmung wieder, wenn auch schwächer, auftreten lassen. Wird ja doch unter diesen Bedingungen nur ein Teil der einseitig wirkenden

Schwerkraft durch die Tätigkeit des Klst. ausgeschaltet, während der andere zur Geltung kommen müßte.

Der Versuchseffekt entsprach ganz den Erwartungen. Der unter einem Winkel von rund 30° aufgestellte Apparat zeigte Triebe, die noch sehr deutlich, aber lange nicht so stark horizontal nutierten wie bei horizontal gestellter Achse. Die Triebe erhoben sich vielmehr etwa um den gleichen Winkel von der Erde wie die Achse des schrägen Apparates von der Horizontalen — ein weiterer Beleg für die Richtigkeit meiner Deutung.

Zum Überflusse machte ich endlich noch Versuche in der Art, daß ich die Keimlinge im Dunkeln auf der Drehscheibe um die vertikal gestellte Achse des Apparates, also in der Schwerkraftsrichtung rotieren ließ. Der Effekt war, wie erwartet, der, daß alle Pflanzen wuchsen, als ob sie ruhig vertikal aufgestellt worden wären. Es lag also nicht etwa am Drehen, sondern an der Richtung, in der die Ebene der Drehbewegung die der Schwerkraftsrichtung traf, was den Effekt bedingte. War dieser Winkel gleich 0° (zuletzt erwähnte Stellung), dann war nichts von einer horizontalen Nutation zu sehen, wurde er größer, so nahm auch sie zu, bis bei 90° der größte Effekt, der Nutationswinkel von 90°, erzielt war.

Es ist selbstverständlich, daß unter solchen Verhältnissen bei einer so fabelhaften Empfindlichkeit der Keimlinge für die gebotene Lage eine jede ungewollte falsche Achsenstellung schon eine einschneidende Wirkung auf den Versuchseffekt ausübte. Man kann daher dem Experimentator, der diese oder ähnliche Versuche macht, nicht genug warm ans Herz legen, bei Einstellung der Experimente nie auf die Überprüfung der Klst.-Stellung durch die Wasserwage zu vergessen.

3. Einfluß verschiedener Rotationsgeschwindigkeiten auf die Krümmung.

Die Bedeutung der einseitigen Schwerkraftswirkung konnte endlich noch in der Weise überprüft werden, daß man die Geschwindigkeit des Uhrwerkes und damit die Drehung regulierte; denn so wie die Drehung so langsam wird, daß die unvermeidlichen Fehler des Klst. (Newcombe, 1904) so gesteigert

werden, daß die Ober- und Unterseite horizontal gestellter Versuchsobjekte nicht mehr gleich lang der einseitigen Schwerkraftswirkung ausgesetzt sind, muß es zum Überschuß einseitiger Schwerkraftswirkung auf der einen Seite kommen und damit zur teilweisen Aufhebung der horizontalen Nutation der Erbsen. Das ist auch der Fall.

Ich merkte dieses Verhalten der Keimlinge, als die gefürchteten Verrostungserscheinungen sich an dem Wiesnerschen und dem gleich zu erwähnenden Pfeffer'schen Klst. geltend machten. Nach erfolgter Reparatur waren die Resultate wieder die denkbar besten.

Zur Überprüfung der Wirkung verschiedener Rotationsgeschwindigkeiten stellte mir Herr Prof. Fr. Czapek seinen Pfeffer'schen Klst. in liebenswürdigster Weise zur Verfügung, wofür ich ihm auch hier meinen herzlichsten Dank aussprechen möchte.

Das Ergebnis war, wie erwartet, folgendes: Die horizontale Nutation trat um so klarer zutage, je rascher die Oberseite der Triebe gegen die Unterseite ausgetauscht wurde, weil unter diesen Bedingungen die Ausschaltung der einseitigen Schwerkraftswirkung eine um so vollkommenere ist. Doch gab auch die langsame Drehung am Pfeffer'schen Klst. tadellose Effekte.

Ich kann dieses Kapitel nicht schließen, ohne auf die darin erwähnte Gefahr der Verrostung der Klst. näher einzugehen. Im Laufe dieses Jahres habe ich den weit häufiger von mir benutzten Wiesner'schen Apparat zweimal, den Pfefferschen einmal der Reparatur durch den Mechaniker überantworten müssen, ein Beweis, daß der lange Aufenthalt im feuchten Glashause, wie zu erwarten war, eine große Gefahr für die Eisenbestandteile und damit für die Präzision des Apparates darstellt. Da wir aber den einschneidenden Einfluß der L. L. gerade im vorliegenden Falle kennen, bleibt eben nur die Wahl zwischen den reparablen Übeln am Klst. oder den irreparablen Irrtümern, die Versuche im wohl trockenen, aber mit gasförmigen Verunreinigungen erfüllten Laboratorium zur Folge haben, solange keine eigenen Versuchsglashäuser konstruiert sind, wie sich eines in Utrecht zu befinden scheint

(vgl. C. J. Rutten-Pekelharing, 1910, p. 11), oder die Apparate ohne Eisen gebaut werden.

VI. Über die Andeutung eines Vorkommens der horizontalen Nutation auch bei vertikal stehenden Erbsenkeimlingen in r. L.

Bisher haben wir die Hemmungsmittel für die horizontale Nutation und deren Effekte besprochen und es wäre nur noch zu erörtern, ob man die Krümmung nicht doch wenigstens andeutungsweise bei völlig normalen Pflanzen in r. L. bemerken kann. Das ist nun gar nicht leicht.

So brauchte es bei mir erst der Schulung des Auges an den Klst.- und L. L.-Pflanzen, wo die horizontale Nutation überaus deutlich auftritt, um die Andeutung von Krümmung auch an den normal gestellten r. L.-Pflanzen zu sehen. Man kann nämlich tatsächlich bemerken, wie der junge Trieb auch bei ihnen in den frühesten Stadien seiner Entwicklung nach außen, d. h. von den Kotyledonen weg abbiegt; doch ist dieser Winkel kaum 2 bis 5° von der Vertikalen und wurde infolgedessen von mir beinahe ein ganzes Jahr übersehen.[1]

VII. Versuche mit anderen Pflanzen als Erbsen.

Nachdem ich die Resultate der Hauptmenge meiner Experimente besprochen habe, die mit Erbsen durchgeführt worden sind, möchte ich noch unter Hinweis auf die eingangs behandelten Versuche mit Bohnen-, Sonnenblumen- und Wickenkeimlingen die Ergebnisse jener Experimente erwähnen, welche ich mit *Vicia sativa*, *Vicia villosa*, der Futter- und Sandwicke und mit Linsen durchgeführt habe. Die Wahl dieser Objekte war durch die zitierten Arbeiten von Wiesner, Neljubow und meine Arbeit IV gegeben, denn an ihnen wurde auch das bei *Pisum sativum* vorkommende eigentümliche horizontale Wachstum beschrieben.

Diese Experimente wurden am Pfeffer'schen Klst. durchgeführt, an dem ich einen großen Topf mit Erde befestigen

---

[1] Vielleicht stellt diese Krümmung der vertikalen Pflanzen in r. L. eine undulierende Nutation im Sinne Wiesner's (1878) dar.

konnte, in dem nun, in Reihen gesetzt, gleichzeitig zwei zu überprüfende Samensorten rotiert werden konnten. Dabei war es sehr vorteilhaft, sich die an den Erbsen erworbenen Erfahrungen bei den zu prüfenden Objekten zunutze zu machen. Wie ein Nachsehen auf p. 1054 zeigt, hatte ich seinerzeit mit 1 *cm* langen Wicken zunächst keine Resultate. 1 *cm* lange Wicken sind eben schon zu alt, mußte ich mir im Hinblicke auf meine Erbsenversuche sagen und ich verwendete von jetzt ab lauter eben hervorbrechende oder höchstens 0·5 *cm* lange Pflänzchen. Dabei hat sich nun gezeigt, daß alle Pflanzen, an denen Wiesner die horizontale Nutation beschrieb, die Neljubow als Folge von L. L.-Wirkung erklärte, die gleiche Krümmung in der reinen Luft des Glashauses zeigen, sofern nur die einseitige Wirkung der Schwerkraft ausgeschaltet und in eine allseitige umgewandelt wird.

Bei diesen Versuchen erregte abermals mein besonderes Interesse das verschiedene Verhalten von *Vicia sativa* und *Vicia villosa.* Wie bekannt (Richter Oswald, IV, Fig. 2 bis 6), zeigte sich die erste bedeutend empfindlicher gegen das Licht und war relativ weniger negativ geotropisch als die zweite, so daß man erklären konnte, daß der Winkel (p. [277] 13), »den die Pflanzen verschiedener Spezies in verunreinigter Luft, der Wirkung einer Flamme ausgesetzt, mit der Vertikalen bilden, als beiläufiges Maß für ihre Empfindlichkeit für gasförmige Verunreinigungen der Luft angesehen werden kann«.

Setzt man nun die beiden Wicken gleichzeitig am Klst. um die horizontale Achse in Bewegung, so zeigen wohl beide die horizontale Nutation, die Sand- aber stärker als die Futterwicke. Die Erklärung für dieses Verhalten dürfte nun folgende sein. Auf die stärker negativ geotropische Sandwicke dürfte die Ausschaltung des Hemmungsfaktors für ihre Nutation, des negativen Geotropismus, energischer wirken als auf die weniger geotropische Futterwicke, wie etwa eine stärker gespannte elastische Feder bei der Entspannung weiter vorschnellt als eine weniger gespannte. In der L. L. würde bei vertikaler Aufstellung der Blumentöpfe, um beim Bilde zu bleiben, die Spannkraft (der negative Geotropismus) bei der Futterwicke durch die L. L. schon völlig ausgeschaltet, weshalb sie die horizontale

Nutation im Laboratorium klar zeigt, während die Spannkraft bei der Sandwicke nur herabgesetzt wird, weshalb es bei ihr nur zu einer mäßigen Abbiegung von der Vertikalen kommt. Es besteht also bei den neuen Experimenten eine ähnliche Abhängigkeit des Winkels der horizontalen Nutation in bezug auf die Rotationsebene von der Natur des Objektes wie bei den heliotropischen Versuchen bei gleichzeitiger Wirkung der L. L. Danach werden die Experimente mit den zwei Wickensorten eine ganz unerwartete, aber wesentliche Stütze meiner seinerzeit (IV) geäußerten Anschauung.

Zusammenfassung.

1. Keimlinge von Erbsen, Wicken, Linsen, kurz von Pflanzen, bei denen seinerzeit Wiesner im Laboratorium eine besondere Art der Nutation beschrieb, zeigen am Klinostaten in reiner Luft eine höchst auffallende Erscheinung. Trotzdem sie in ihrem Habitus, was Länge und Schlankheit anlangt, den vertikal aufgestellten Kontrollexemplaren gleichen, wachsen sie nicht, wie man erwarten würde, parallel zur Klinostatenachse weiter, sondern senkrecht von ihr weg, parallel zur Rotationsebene. Diese Krümmung ist bedingt von inneren unkontrollierbaren Ursachen, also eine echte Nutation, kann aber von äußeren Faktoren gehemmt werden. Sie wurde im Anschlusse an Neljubow's Befunde im Laboratorium horizontale Nutation genannt.

2. Die stärkste Hemmung erfährt die Krümmung durch den negativen Geotropismus, der sie geradezu aufzuheben imstande ist. Es wird daher umgekehrt alles, was die einseitige Wirkung der Schwerkraft aufhebt (z. B. der Klinostat, die Laboratoriumsluft), die horizontale Nutation hervortreten lassen.

3. In dieser Richtung ist am interessantesten der Parallelismus des Verhaltens von Keimlingen am Klinostaten in reiner Luft und von vertikal stehenden in Laboratoriumsluft. Weil nämlich die Laboratoriumsluftpflanzen, abgesehen von der Hemmung des Längen- und Förderung des Dickenwachstums, bei vertikaler Aufstellung im Laboratorium den rotierten Klinostatenpflanzen des Glashauses gleichen, ist damit ein

neuer Beweis erbracht, daß die Laboratoriumsluft den negativen Geotropismus aufhebt, wie ich das schon früher auf eine andere Weise gezeigt habe.

4. Die Temperatur hat sozusagen keine Wirkung auf die Krümmung, wohl aber wird sie vom Lichte gehemmt, da ihr der Heliotropismus bei der gegebenen Versuchsanstellung entgegenwirkt.

5. Die horizontale Nutation ist also als eine auf inneren Ursachen beruhende Krümmung erkannt worden, die unter normalen Verhältnissen durch den negativen Geotropismus maskiert wird.

Protokolle.

Versuch vom	Klinostatengefäße				Kontrollgefäß	
	1	2	3	4		
6./XI.—8./XI. 1909 phot. Fig. 3.	photog. Keim- linge 2·39[1]	.	.	.	2·38	
10./XI. gem. 12./XI. 1909 (phot.). Fig. 1.	nach außen strahl. Keimlinge 1·64 0·74 2·38	nach innen gekr. Keimlinge 1·52 0·75 2·27	‖ gesetzte Keimlinge 1·44 0·65 2·09	unreg. gesetzte Keimlinge 1·7 0·7 2·4	1·6 0·72 2·32	
19./XI. gem. 23./XI. 1909 Lichtversuch, phot. Fig. 7 und 8.	nach außen strahl. Keimlinge 8	nach innen gekr. Keimlinge 8	‖ gesetzte Keimlinge 8·22	unreg. gesetzte Keimlinge 7·65	6·3	r. L.
20./I. gem. 24./I. 1910. Dunkelversuch, Warmkasten, L.L. phot. Fig. 11 und 12. D. D. in *mm*	2·07 0·86 2·93 o. 3·6, 3 m. 4·5, 3·9 u. 3·5, 3·5 phot.	1·8 0·86 2·66 o. 3·8, 3·1 m. 4·1, 3·9 u. 4, 3·9	2·07 0·76 2·83 o. 3·2, 3 m. 4·5, 3·5 u. 4·8, 3·5	1·8 0·83 2·63 o. 3·9, 3·1 m. 4·6, 3·9 u. 3·5, 3·2	2·21 0·82 3·03 o. 3·1, 3·1 m. 4, 4 u. 3·8, 3·8 phot.	10·8 0·93 11·73 phot. o. 2·8 m. 2·8 u. 2·8
.	Versuch mit schräg gestelltem Klst.					
Warmhaus, dunkel. 13./V. gem. 16./V. 1910.	5·7 0·9	6·3 1·1	5·63 1	5·73 0·98	5·36 0·98	

[1] Die Längenangaben in *cm*.

Tabelle über die Längenverhältnisse der Kotyledonarachseltriebe (gem. bis zur Blattspitze).

Versuch vom 10./II. 1910.	Klinostatengefäße								Kontrollgefäß	
	1		2		3		4			
	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
Gem. am 17./II.										
1.	2·5[1]	1·8	2·7	1·7	2·3	0·3	2·5	1·6	3	1·9
2.	2·5	.	3·1	1·2	2·2	2·5	2·6	1·8	1·7	1·6
3.	1·9	3·6	4·6	1	3·7	1·8	2·3	2·6	2·1	1·4
4.	2·1	1·6	1·2	0·8	2·3	0·6	2·1	1·1	1·2	0·8
5.	2·1	3	1·2	1·6	2·7	0·6	2·1	1·5	1·2	1·7
6.	2·6	1	1·6	1·8	1·2	0·3	1·6	1·2	1·2	0·9
7.	1·5	.	0·8	0·8	2·3	.	1·6	1·4	1·2	1·1
Summe	15·2	11	15·2	8·9	16·7	6·1	14·8	11·2	11·6	9·4
Durchschnittswert	2·17	2·2	2·17	1·27	2·4	1	2·11	1·6	1·65	1·34
L. L. — Versuch vom 17./I., am 29./I. 1910	Die Pflanzen dieses Versuches wurden am 21./I. geköpft und dann ins Glashaus übertragen. Schon am 24./I. waren je zwei schlanke, 2 bis 3 *mm* lange Achseltriebe aus jeder Pflanze entsprossen, ob sie nun rotiert wurden oder nicht. Am 28./I. waren die längeren Triebe rund 4 bis 6, die kürzeren 1·2 *cm*, gleichgültig, ob die Objekte rotiert wurden oder nicht. Die Förderung je eines der zwei Axillartriebe war somit zweifellos. Am 29./I. wurde eine Reihe aus einem der Kontrolltöpfe photographiert. Fig. 9.									

[1] Die Längenangaben in *cm*.

Literatur.

Guttenberg H., R. v., Über das Zusammenwirken von Geotropismus und Heliotropismus und die tropistische Empfindlichkeit in reiner und unreiner Luft. Jahrb. f. w. Bot., XLVII. Bd., 1910, p. 462.

Lidforss B., Über den Geotropismus einiger Frühjahrspflanzen. Jahrb. f. w. Bot., XXXVIII. Jahrg., 1903, p. 343.

Molisch H., I. Über Heliotropismus im Bakterienlichte. Sitzungsber. der k. Akad. d. W. in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXI, Abt. I. 1902, p. [141] 1.
II. Leuchtende Pflanzen. Eine physiologische Studie. Jena 1904, Verl. v. G. Fischer, p. 145.
III. Über Heliotropismus, indirekt hervorgerufen durch Radium. Ber. der D. bot. Ges., 1905, XXIII. Jahrg., p. 1.

Neljubow D., I. Über die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sativum* und einiger anderer Pflanzen. (Vorläufige Mitteilung.) Bot. Zentralbl., Beihefte, Bd. X, H. 3, 1901.
II. Über die Änderung der geotropischen Eigenschaften des Stengels unter dem Einflusse einiger Gase. XI. Naturforscherkongreß in St. Petersburg.
III. Ber. d. XII. Vers. der Naturforscher u. Ärzte in Moskau, 1909/10.
IV. Ber. d. Bot. Abt. der St. Petersb. Ges. der Naturf. (März 1910) (III u. IV am 15./XII. 1910 noch nicht erschienen).
V. Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg 1910, p. 1443 (russisch, während der Drucklegung meiner Arbeit erschienen).

Newcombe Fr. C., Limitations of the klinostat as an instrument for scientific research. (Science, N. S. XX, 1904, p. 376, Ref. Just's Bot. Jahresb., 1904, p. 653).

Richter Oswald, I. Pflanzenwachstum und Laboratoriumsluft. Ber. der D. bot. Ges., 1903, Jahrg. XXI, H. 3, p. 180.
II. Über den Einfluß der Narkotika auf die Anatomie und die chemische Zusammensetzung von Keimlingen. Verh. der Ges. deutscher Naturf. u. Ärzte, 80. Vers. zu Köln, 1908, 2. Teil, 1. Hälfte, p. 189.
III. Ein einfacher Versuch zur Vorführung des schädigenden Einflusses der gasförmigen Verunreinigungen der Luft auf Keimlinge. Österr. Zeitschr. f. Lehrerbild., 1908/09, p. 113.
IV. Über den Einfluß verunreinigter Luft auf Heliotropismus und Geotropismus. Sitzungsber. der k. Akad. d. W. in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXV, Abt. I, März 1906, p. [265] 1.
V. Über Anthokyanbildung in ihrer Abhängigkeit von äußeren Faktoren. Med. Klinik, Jahrg. 1907, Nr. 34, p. 1.
VI. Über Turgorsteigerung in der Atmosphäre von Narkotika (mit Demonstrationen). Lotos, Bd. 56, H. 3, 1908, p. 106.

Rimmer Fr., Über die Nutationen und Wachstumsrichtungen der Keimpflanzen. LXXXIX. Bd. d. Sitzb. der k. Akad. d. W. in Wien, I. Abt., Maiheft, Jahrg. 1884, p. [393] 1.

Rutten-Pekelharing C. J., Untersuchungen über die Perzeption des Schwerkraftreizes. Extr. du Rec. des Trav. bot. Néerlandais, vol. VII, 1910, p. 1.

Wiesner, J. v., Die undulierende Nutation der Internodien. LXXVII. Bd. der Sitzungsber. der k. Akad. d. W. in Wien, I. Abt., Jännerheft, Jahrg. 1878, p. 1.

Wiesner J. und Wettstein R. v., Untersuchungen über die Wachstumsgesetze der Pflanzenorgane, I. Reihe: Nutierende Internodien. K. Akad. d. W. in Wien, 1883, LXXXVIII, p. 454.

Wyplel M., Beiträge zur näheren Kenntnis der Nutation. Österr. bot. Zeitschr., 1879, Nr. 1 und 2.

Figurenerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Versuch aus dem Glashaus vom 10./XI. bis 12./XI. im Dunkeln. Der helle Fleck zwischen den vier Gefäßen des Wiesner'schen Klst. stellt die Projektion der horizontal gestellten Apparatachse vor. In dem Gefäße links oben wurden die Keimlinge so gesetzt, daß die Austrittsstellen der Epikotyle ins Innere, im Gefäße links unten nach außen, in dem rechts oben parallel, in dem rechts unten unregelmäßig gelagert sind. Aus dem Bilde geht zweifellos hervor, daß die eben geschilderte Art der Orientierung der Keimlinge beim Einsetzen für die Richtung der horizontalen Nutation maßgebend ist. Alle Keimlinge zeigen das Aussehen von Pflanzen in r. L. So betrug ihre Dicke durchwegs 2 *mm* (siehe Text p. 1056).

Fig. 2. Kontrollkeimlinge zu Fig. 1. Auch sie sind schmächtig, bloß 2 *mm* dick, dagegen infolge einseitiger Schwerkraftswirkung tadellos vertikal gewachsen (siehe Text p. 1056).

Fig. 3. Erbsendunkelversuch aus dem Warmhause vom 6./XI. bis 8./XI. Die Gefäße waren parallel zur Klst.-Achse orientiert. *a)* am Klst. gehaltene, *b)* vertikal gestellte Kontrollexemplare. Die Erbsen in *a)* sind unregelmäßig gesetzt worden. Man sieht, wie die Epikotyle immer nach der den Kotyledonen entgegengesetzten Seite ausbiegen. Die Triebe in *b)* sind prächtig aufwärts gewachsen (siehe Text p. 1054).

Fig. 4 und 5. Glashausdunkelversuch vom 12./XII., photogr. am 15./XII. 1909, aus dem hervorgeht, daß die den Erbsen eigentümliche horizontale Nutation nur dann in der reinen Luft des Glashauses zutage tritt, wenn die Keimlinge ein bestimmtes Alter und damit im Zusammenhang eine bestimmte Länge nicht überschritten haben. Die Keimlinge in 1 lugten eben zwischen den Kotyledonen hervor, die in 2 waren 0·2, die in 3 0·5 und die in 4 bereits 1·2 *cm*, als sie zum Versuche verwendet wurden. Nur die Keimlinge der Gefäße 1 und 2 zeigen die horizontale Nutation in exquisiter Form und scheinen dem Erdreich völlig angedrückt zu sein. In 3 und 4 nimmt die Krümmung proportional zur Länge ab, was besonders deutlich in Fig. 5 zutage tritt (siehe Text p. 1056).

Fig. 4 zeigt den Versuch von vorne. Die horizontal gestellte Apparatachse tritt deutlich aus dem Bilde hervor.

Fig. 5 zeigt den Versuch von der Seite. Da die Keimlinge in 1 und 2, abgesehen von einem geringen Längenunterschiede, einander zum Verwechseln glichen, wurde nur Gefäß 1 aufgenommen. Dafür ist

das Kontrollgefäß mit dargestellt, in dem je zwei Pflanzen jeder für 1, 2, 3, 4 bestimmten Kategorie von Keimlingen am Versuchsbeginn eingesetzt wurden. Man sieht, daß alle, gleichgültig ob kurz oder lang, infolge einseitiger Schwerkraftswirkung senkrecht aufwärts gewachsen sind.

Fig. 6. *a—c*. Am Klinostaten ins Erdreich zurückgewachsene Keimlinge in Glashausluft (Versuch vom 27./I. 1910, photogr. am 3./II.). Besonders auffällig wirkt die gleichsinnige Wachstumsbewegung von Stengel und Wurzel, die sich so erklären dürfte, daß der Keimling am Beginn des Versuches schon in jener Stellung zur Klst.-Achse eingesetzt war, die andere Keimlinge am Versuchsschluß einnehmen. Die Tendenz der Triebe, am Klst. um 90° auszubiegen, müßte sie dann notgedrungen in die photographierte Stellung hereinbringen (natürl. Größe) (siehe Text p. 1069).

Tafel II.

Fig. 7. Glashauslichterversuch vom 19./XI. bis 23./XI. 1909, Gefäße parallel zur Klst.-Achse orientiert, die man im Bilde hervortreten sieht. Anordnung der Keimlinge wie im Versuch der Fig. 1. Auch hier zeigt sich, daß die Lage der Kotyledonen beim Setzen die Richtung der horizontal nutierenden Triebe bedingt. Dabei beweist der Versuch gleichzeitig, daß die horizontale Nutation unabhängig ist von der im November herrschenden Lichtintensität (siehe Text p. 1058, 1062). Daß die Keimlinge in dem Gefäße 2 so ungewöhnlich klein erscheinen, hängt mit der Perspektive zusammen. Diese Keimlinge behinderten einander nämlich gegenseitig in der Ausführung der horizontalen Nutation und stiegen auf diese Art parallel zur Klst.-Achse in die Höhe. Ein gutes Bild für ihr eigenartiges Aussehen gibt Fig. 8 (siehe Text p. 1070).

Fig. 8. Photographie des Klst.-Gefäßes 2 sowie des Kontrollgefäßes zu dem in Fig. 7 dargestellten Versuche (siehe diese). Höchst auffallend tritt bei diesem Experiment ein nicht selten beobachteter Längenunterschied der rotierten und der nicht rotierten Glashauspflanzen hervor. In unserem Falle betrug dieser Unterschied $8-6 \cdot 3\ cm = 1 \cdot 7\ cm$ (siehe Text p. 1058, 1062 und 1070).

Fig. 9. Illustration des Verhaltens der Kotyledonarachseltriebe bei den geköpften Erbsen des Laboratoriumsluftversuches vom 17./I., photogr. am 29./I. Die Töpfe mit den geköpften Haupttrieben wurden ins Glashaus übertragen. Schon am zweiten Tage schossen die Axillartriebe hervor; anfangs gleich lang, eilt bald einer von beiden im Wachstum voran; schon nach drei Tagen sehen die Kulturen so aus, wie es Fig. 9 wiedergibt: eine sprechende Illustration der so häufig vorkommenden Bevorzugung eines von zwei gleichartigen Individuen (siehe Text p. 1061, 1066 und Protokoll p. 1079).

Fig. 10. Beinahe parallel zur Klst.-Achse orientierte Erbsen des L. L.-Dunkelversuches vom 15./XI., photogr. am 17./XI. 1909, rund natürl. Größe. Das Experiment ist insbesondere im Hinblick auf Fig. 11_2 ungemein lehrreich und bestätigt die an Glashauspflanzen gemachten, in Fig. 4 und 5 dargestellten Erfahrungen. Nur wenn die Versuchskeimlinge genügend klein (bis 0·3 *cm*) sind, vermag die Drehung am Klst., d. h. die Verwandlung der einseitigen in eine allseitige Schwerkraftswirkung in r. L. oder L. L. die den Keimlingen eigene horizontale Nutation zur Entwicklung kommen zu lassen; haben sie aber bereits im Glashause vor dem Versuchsbeginn die Länge von 1 *cm* erreicht oder überschritten, so wachsen sie selbst in L. L. parallel zur horizontal gestellten Klst.-Achse, wie Fig. 10 zeigt. Selbstverständlich verrät Dicke und Kürze den schädigenden Einfluß der gasförmigen Verunreinigungen der Luft (siehe Text p. 1064).

Fig. 11. L. L.-Versuch im dunklen Thermostaten (26 bis 27° C.) vom 20./I., photogr. am 24./I. 1910. 1. vertikal gestelltes Kontrollgefäß, 2. eines von den vier rotierten Klst.-Gefäßen. Höchst auffallend ist das bis in kleine Details gleiche Verhalten der Keimlinge in beiden Gefäßen. Abgesehen von der im Verhältnis zu den Kontrollkeimlingen der r. L. (Fig. 12) ungemein zurückgebliebenen Länge und der mit der L. L.-Wirkung zusammenhängenden Dicke, ist das ausgesprochene Auftreten der horizontalen Nutation unzweifelhaft. Es ist dadurch der Beweis erbracht, daß die L. L. oder, ganz allgemein, Narkotika die einseitige Schwerkraftswirkung ebenso ausschalten wie der Klinostat. Die Figur zeigt gleichzeitig im Hinblick auf Fig. 10, daß eine gewisse geringe Größe der Keimlinge für den positiven Ausfall des Klst.-Versuches Vorbedingung ist. Die gemessenen Längen waren für 1 2·21 (St.) + 0·82 (Bl.), für 2 2·07 (St.) + 0·86 (Bl.). Die größten Dicken in der Mitte der Triebe 4, beziehungsweise 4·5 *mm* (siehe Text p. 1063).

Fig. 12. Kontrollkeimlinge in reiner Luft zum L. L.-Dunkelversuche vom 20./I. 1910, photogr. am 24./I. Die Länge dieser Keimlinge betrug 10·8 (St.) + 0·93 (Bl.) *cm* (vgl. den Text der Fig. 11 und p. 1063 der Arbeit).

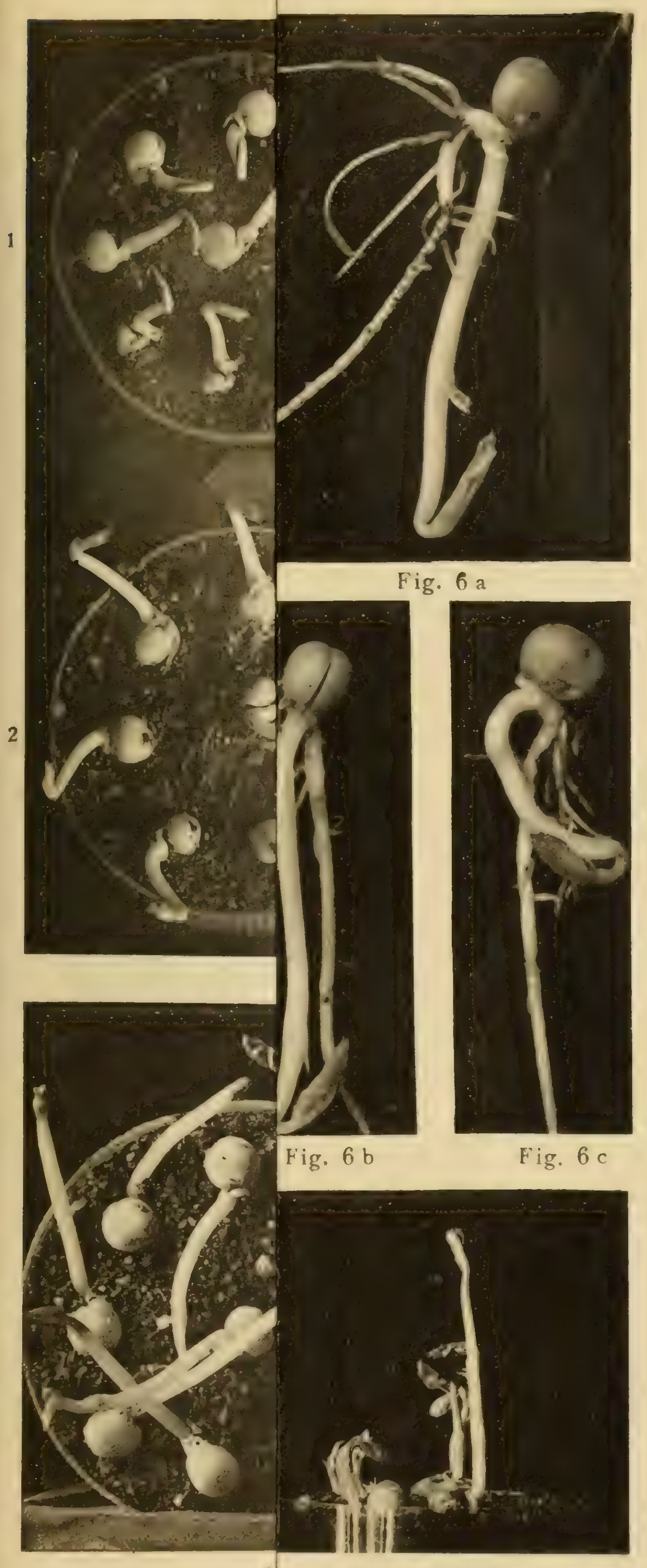


Fig. 6 a

Fig. 6 b

Fig. 6 c

a

Kontrollg.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien





Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6 a

Fig. 6 b

Fig. 6 c

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

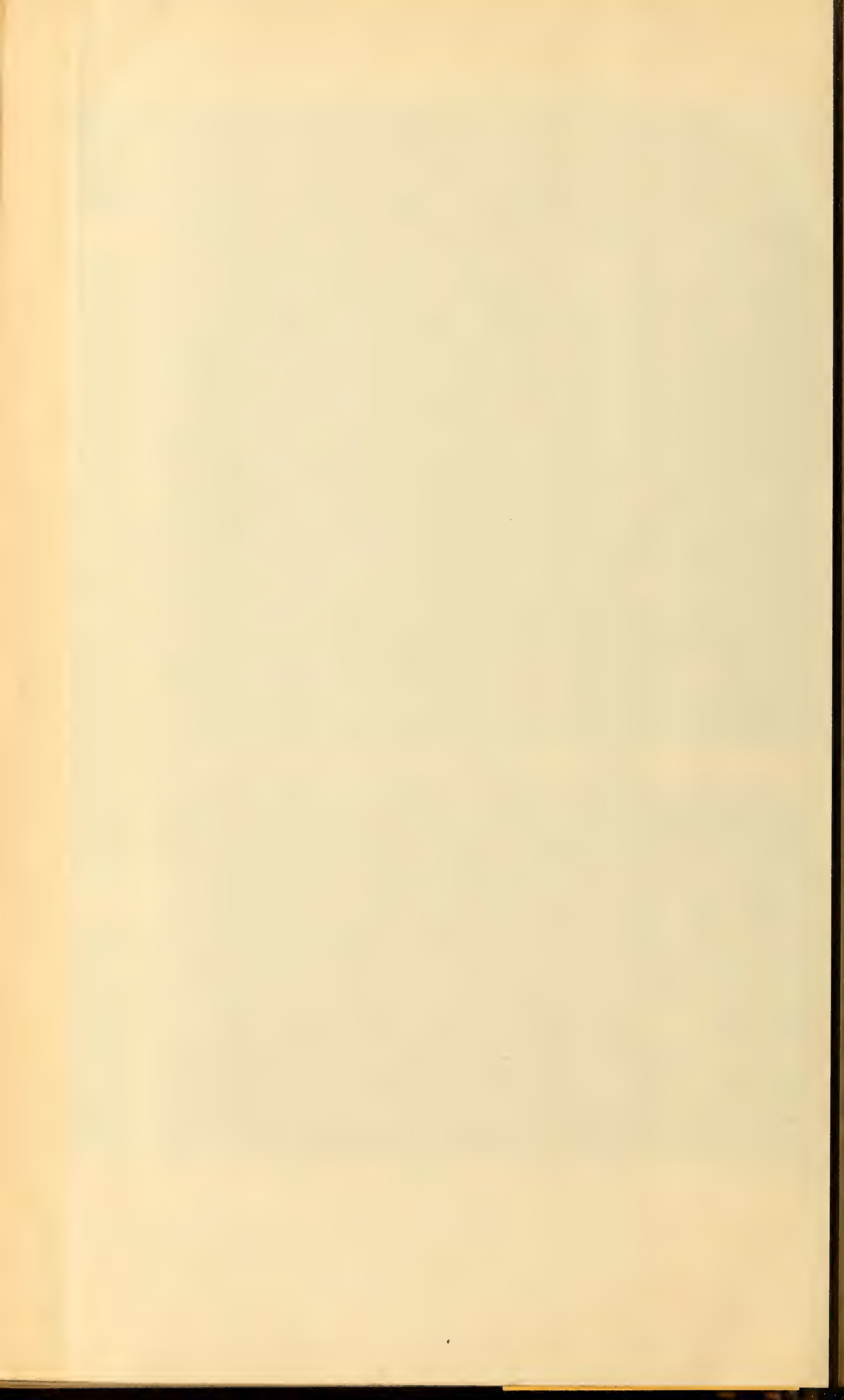




Fig. 12

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

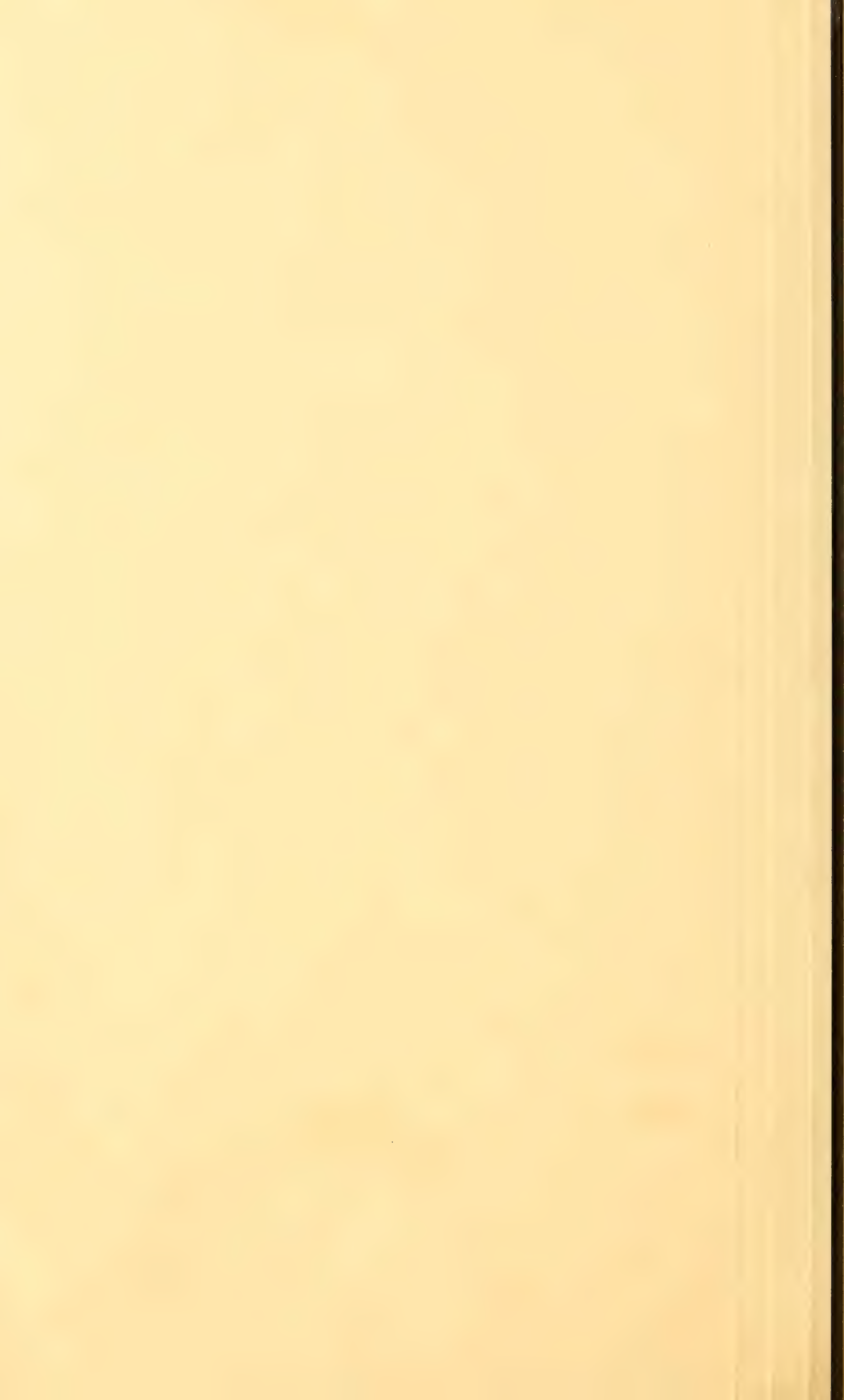




Fig. 7

Fig. 8

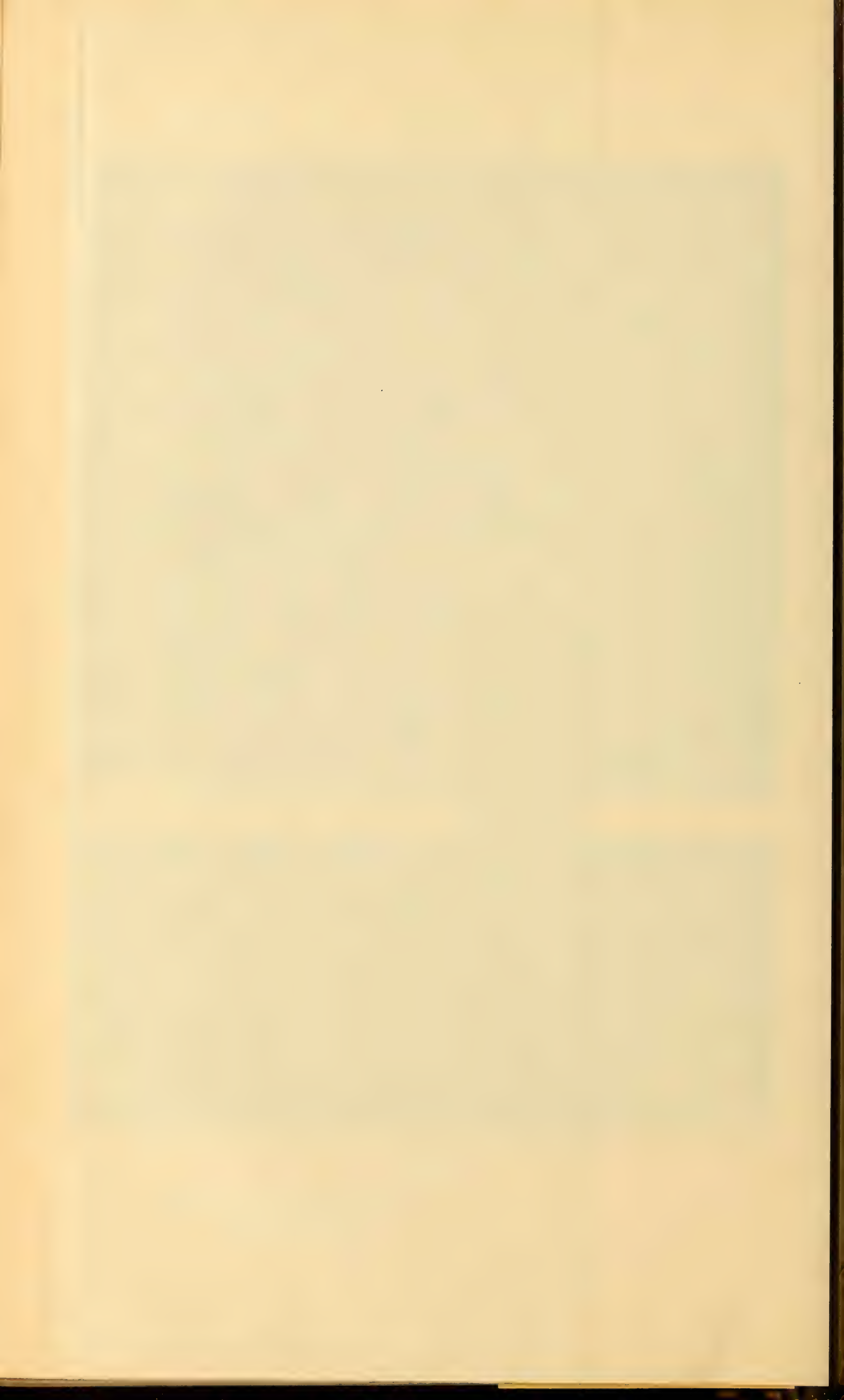
Fig. 9

Fig. 10

Fig. 11

Fig. 12

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien



Spaltöffnungen der Assimilationsorgane und Perianthblätter einiger Xerophyten.
Menz J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 33—47.

Perianthblätter, Spaltöffnungen derselben bei einigen Xerophyten.
Menz J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 33—47.

Doelter C., Die Elektrizitätsleitung in Krystallen bei hohen Temperaturen.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 49—111.

Elektrizitätsleitung in Krystallen bei hohen Temperaturen.
Doelter C., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 49—111.

Krystalle, Elektrizitätsleitung in denselben.
Doelter C., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 49—111.

Temperaturen, hohe; Elektrizitätsleitung der Krystalle bei denselben.
Doelter C., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 49—111.

Himmelbauer A., Zur Kenntnis der Skapolithgruppe.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 115—179.

Skapolithgruppe, Zur Kenntnis derselben.
Himmelbauer A., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 115—179.

Doelter C. und Sirk H., Beitrag zur Radioaktivität der Minerale. (I. Mitteilung.)
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 181—190.

Sirk H. und Doelter C., Beitrag zur Radioaktivität der Minerale. (I. Mitteilung.)
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 181—190.

Radioaktivität der Minerale.
Doelter C. und Sirk H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 181—190.

Minerale, Radioaktivität derselben.
Doelter C. und Sirk H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 181—190.

Exner F. und Exner S., Die physikalischen Grundlagen der Blütenfärbungen.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 191—245.

Exner S. und Exner F., Die physikalischen Grundlagen der Blütenfärbungen.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 191—245.

Farben der Blütenblätter.
Exner F. und Exner S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 191—245.

Himmelbauer A., Zur Kenntnis der Skapolithgruppe.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 115—179.

Skapolithgruppe, Zur Kenntnis derselben.
Himmelbauer A., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 115—179.

Doelter C. und Sirk H., Beitrag zur Radioaktivität der Minerale. (I. Mitteilung.)
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 181—190.

Sirk H. und Doelter C., Beitrag zur Radioaktivität der Minerale. (I. Mitteilung.)
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 181—190.

Radioaktivität der Minerale.
Doelter C. und Sirk H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 181—190.

Minerale, Radioaktivität derselben.
Doelter C. und Sirk H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 181—190.

Exner F. und Exner S., Die physikalischen Grundlagen der Blütenfärbungen
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 191—245.

Exner S. und Exner F., Die physikalischen Grundlagen der Blütenfärbungen
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 191—245.

Farben der Blütenblätter.
Exner F. und Exner S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 191—245.

Abt. I, Februar.

Blütenblätter, deren Farben.

Exner F. und Exner S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 191—245.

Blumen, deren Farben.

Exner F. und Exner S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 191—245.

Färbung der Blüten.

Exner F. und Exner S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 191—245.

Blütenblätter, deren Farben.
Exner F. und Exner S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 191—245.

Blumen, deren Farben.
Exner F. und Exner S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 191—245.

Färbung der Blüten.
Exner F. und Exner S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 191—245.

Schaffer F. X., *Zur Kenntnis der Miocänbildungen von Eggenburg (Niederösterreich). I. Die Bivalvenfauna von Eggenburg.*
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 249—273.

Miocänbildungen von Eggenburg (Niederösterreich).
Schaffer F. X., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 249—273.

Bivalvenfauna der Miocänbildungen von Eggenburg (Niederösterreich).
Schaffer F. X., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 249—273.

Eggenburg (Niederösterreich), Bivalvenfauna der Miocänbildungen.
Schaffer F. X., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 249—273.

Sigmund W., Über ein äskulinspaltendes Enzym und über ein fettspaltendes Enzym in *Aesculus Hippocastanum* L.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 275—288.

Äskulinspaltendes Enzym und fettspaltendes Enzym in *Aesculus Hippocastanum* L.
Sigmund W., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 275—288.

Fettspaltendes Enzym und äskulinspaltendes Enzym in *Aesculus Hippocastanum* L.
Sigmund W., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 275—288.

Aesculus Hippocastanum L., Über ein äskulinspaltendes Enzym und über ein fettspaltendes Enzym in demselben.
Sigmund W., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 275—288.

Guttenberg H., Ritter v., Über den Schleudermechanismus der Früchte von *Cyclanthera explodens* Naud.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 289—304.

Cyclanthera explodens, Über den Schleudermechanismus der Früchte.
Guttenberg H., Ritter v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 289—304.

Schleudermechanismus der Früchte von *Cyclanthera explodens*.
Guttenberg H., Ritter v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 289—304.

Zach F., Cytologische Untersuchungen an den Rostflecken des Getreides und die Mycoplasmatheorie J. Eriksson's.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 307—330.

Rostflecken des Getreides, Cytologische Untersuchungen an denselben und die Mycoplasmatheorie J. Eriksson's.
Zach F., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 307—330.

Mycoplasmatheorie J. Eriksson's und cytologische Untersuchungen an den Rostflecken des Getreides.
Zach F., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 307—330.

Iltis H., Über eine durch Maisbrand verursachte intracarpellare Prolifikation bei *Zea Mays* L.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 331—345.

Maisbrand, Über eine durch denselben verursachte intrasarpellare Prolifikation bei *Zea Mays* L.
Iltis H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 331—345.

Zea Mays L., Über eine durch Maisbrand verursachte intracarpellare Prolifikation bei — — —.
Iltis H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 331—345.

Prolifikation, intracarpellare, bei *Zea Mays* L., durch Maisbrand verursacht.
Iltis H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 331—345.

Höfer H., Dynamogeologische Studien.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 347—354.

Dynamogeologische Studien.
Höfer H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 347—354.

Bruchlose Faltung der Gesteine.
Höfer H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 347—354.

Fossile Regentropfen.
Höfer H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 347—354.

Regentropfen, fossile.
Höfer H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 347—354.

Attems K., Graf, Ergebnisse der mit Subvention aus der Erbschaft Treitl unternommenen zoologischen Forschungsreise Dr. Franz Werner's nach dem ägyptischen Sudan und Nord-Uganda. XVI. Myriopoden.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 355—360.

Zea Mays L., Über eine durch Maisbrand verursachte intracarpellare Prolifikation bei — — —.
Iltis H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 331—345.

Prolifikation, intracarpellare, bei *Zea Mays* L., durch Maisbrand verursacht.
Iltis H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 331—345.

Höfer H., Dynamogeologische Studien.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 347—354.

Dynamogeologische Studien.
Höfer H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 347—354.

Bruchlose Faltung der Gesteine.
Höfer H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 347—354.

Fossile Regentropfen.
Höfer H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 347—354.

Regentropfen, fossile.
Höfer H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 347—354.

Attems K., Graf. Ergebnisse der mit Subvention aus der Erbschaft Treitl unternommenen zoologischen Forschungsreise Dr. Franz Werner's nach dem ägyptischen Sudan und Nord-Uganda. XVI. Myriopoden.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 355—360.

Sudan, Myriopoden von der Forschungsreise Dr. Werner's.
Attems K., Graf, Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 355—360.

Uganda, Myriopoden von der Forschungsreise Dr. Werner's.
Attems K., Graf, Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 355—360.

Sudan, Myriopoden von der Forschungsreise Dr. Werner's.
Attems K., Graf, Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 355—360.

Uganda, Myriopoden von der Forschungsreise Dr. Werner's.
Attems K., Graf, Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 355—360.

Wahl B., Untersuchungen über den Bau der parasitischen Turbellarien aus der Familie der Dalyelliiden (Vorticiden). III. Teil (Schluß): Das Genus *Collastoma.*

Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 363—391.

Parasitische Turbellarien aus der Familie der Dalyelliiden (Vorticiden) Untersuchungen über den Bau derselben. III. Teil (Schluß): Das Genus *Collastoma.*

Wahl B., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 363—391.

Dalyelliiden (Vorticiden). Untersuchungen über den Bau der parasitischen Turbellarien aus dieser Familie. III. Teil (Schluß): Das Genus *Collastoma.*

Wahl B., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 363—391.

Turbellarien. Untersuchungen über den Bau der parasitischen Dalyelliiden (Vorticiden). III. Teil (Schluß): Das Genus *Collastoma.*

Wahl B., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 363—391.

Höhnel F. v., Fragmente zur Mykologie (X. Mitteilung, Nr. 468 bis 526).

Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 393—473

Revision von Pilzgattungen und Arten in Fragmente zur Mykologie. (X. Mitteilung, Nr. 468 bis 526.)

Höhnel F., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 393—473.

Neue Pilzarten und Gattungen in Fragmente zur Mykologie. (X. Mitteilung, Nr. 468 bis 526.)

Höhnel F., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad. I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 393—473.

Menz J., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Gattung *Allium* nebst einigen Bemerkungen über die anatomischen Beziehungen zwischen *Allioideae* und *Amaryllidoideae.*

Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 475—533.

Fritsch K. in Menz, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Gattung *Allium* etc. Vorbemerkung über die Bedeutung der Anatomie für die Systematik der Liliifloren im allgemeinen.
Menz J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 475—533.

Liliiflorae, Bedeutung der Anatomie für die Systematik derselben. Vorbemerkung von Prof. K. Fritsch in Menz, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Gattung *Allium*.
Menz J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 475—533.

Allium, Beiträge zur vergleichenden Anatomie dieser Gattung, nebst Bemerkungen über die anatomischen Beziehungen zwischen Allioideen und Amaryllidoideen.
Menz J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 475—533.

Allioideae. Beiträge zur vergleichenden Anatomie einiger Gattungen aus dieser Gruppe und Vergleich mit einigen *Amaryllidoideae*.
Menz J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 475—533.

Amaryllidoideae. Beiträge zur vergleichenden Anatomie einiger Gattungen aus dieser Gruppe und Vergleich mit einigen Allioideen.
Menz J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 475—533.

Anatomie, vergleichende, der Gattung *Allium*, nebst einigen Bemerkungen über die anatomischen Beziehungen zwischen *Allioideae* und *Amaryllidoideae*.
Menz J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910) p. 475—533.

Daday E., v., Ergebnisse der mit Subvention aus der Erbschaft Treitl unternommenen zoologischen Forschungsreise Dr. F. Werner's nach dem ägyptischen Sudan und Nord-Uganda. XV. Beiträge zur Kenntnis der Mikrofauna des Nils.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 537—589.

Süßwassermikrofauna Ägyptens nebst Beschreibung fünf neuer *Ostracoda*-Arten: *Stenocypris Werneri* n. sp., *Cyprinotus decoratus* n. sp., *Potamocypris lobata* n. sp., *Potamocypris alveolata* n. sp., *Aglaiella stagnalis* n. gen. n. sp., *Cytheridea aegyptiaca* n. sp.
Daday E., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 537—589.

Mikroskopische Süßwassertiere aus dem Sudan (Weißen Nil und Bahr-el-Gebel).
Daday E., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 537—589.

Steuer A., Plankton-Copepoden aus dem Hafen von Brindisi.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 591—598.

Copepoden, Plankton- — aus dem Hafen von Brindisi.
Steuer A., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 591—598.

Wiesner J., v., Eine Methode zur Bestimmung der Richtung und Intensität des stärksten diffusen Lichtes eines bestimmten Lichtareals.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 599—615.

Diffuses Licht, Bestimmung der Richtung und Intensität des stärksten diffusen Lichtes eines bestimmten Lichtareals.
Wiesner J., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 599—615.

Daday E., v., Ergebnisse der mit Subvention aus der Erbschaft Treitl unternommenen zoologischen Forschungsreise Dr. F. Werner's nach dem ägyptischen Sudan und Nord-Uganda. XV. Beiträge zur Kenntnis der Mikrofauna des Nils.

Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 537—589.

Süßwassermikrofauna Ägyptens nebst Beschreibung fünf neuer Ostracoden-Arten: *Stenocypris Werneri* n. sp., *Cypridopsis decorata* n. sp., *Chlamydotheca...* cypris *lobata* n. sp., *Potamocypris alveolata* n. sp., *Aglaiella stagnalis* n. gen. n. sp., *Cytheridea aegyptiaca* n. sp.

Daday E., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 537—589.

Mikroskopische Süßwassertiere aus dem Sudan (Weißen Nil und Bahr-el-Gebel)

Daday E., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 537—589.

Steuer A., Plankton-Copepoden aus dem Hafen von Brindisi.

Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 591—598.

Copepoden, Plankton- — aus dem Hafen von Brindisi.

Steuer A., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 591—598.

Wiesner J., v., Eine Methode zur Bestimmung der Richtung und Intensität des stärksten diffusen Lichtes eines bestimmten Lichtareals.

Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 599—615

Diffuses Licht, Bestimmung der Richtung und Intensität des stärksten diffusen Lichtes eines bestimmten Lichtareals.

Wiesner J., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 599—615.

Höhnel F., v., Fragmente zur Mykologie. (XI. Mitteilung, Nr. 527 bis 573.)
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 617—679.

Revision von Pilzgattungen und -arten. (XI. Mitteilung, Nr. 527 bis 573.)
Höhnel F., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 617—679.

Neue Pilzarten und -gattungen. (XI. Mitteilung, Nr. 527 bis 573.)
Höhnel F., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 617—679.

Höhnel F., v., Fragmente zur Mykologie. (XI. Mitteilung, Nr. 527 bis 573.)
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 617—679.

Revision von Pilzgattungen und -arten. (XI. Mitteilung, Nr. 527 bis 573.)
Höhnel F., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 617—679.

Neue Pilzarten und -gattungen. (XI. Mitteilung, Nr. 527 bis 573.)
Höhnel F., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 617—679.

Taub S., Beiträge zur Wasserausscheidung und Intumeszenzbildung bei Urticaceen.

Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 683—708.

Wasserausscheidung und Intumeszenzbildung bei Urticaceen.

Taub S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 683—708.

Intumeszenzbildung und Wasserausscheidung bei Urticaceen.

Taub S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 683—708.

Hydathoden bei Urticaceen, ihr Bau und ihre Funktion.

Taub S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 683—708.

Guttation bei Urticaceen.

Taub S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 683—708.

Siebenrock F., Schildkröten aus Süd- und Südwestafrika, gesammelt von Dr. R. Pöch und J. Brunnthaler.

Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 709—736.

Schildkröten aus Süd- und Südwestafrika, gesammelt von Dr. R. Pöch und J. Brunnthaler.

Siebenrock F., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 709—736.

Süd- und Südwestafrika, Schildkröten, gesammelt von Dr. R. Pöch und J. Brunnthaler.

Siebenrock F., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 709—736.

Szücs J., Studien über Protoplasmapermeabilität. Über die Aufnahme der Anilinfarben durch die lebende Zelle und ihre Hemmung durch Elektrolyte.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 737—774.

Permeabilität des Protoplasmas. Über die Aufnahme der Anilinfarben durch die lebende Zelle und ihre Hemmung durch Elektrolyte.
Szücs J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 737—774.

Anilinfarbenaufnahme durch die lebende Zelle und ihre Beeinflussung durch Elektrolyte.
Szücs J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 737—774.

Elektrolytwirkung auf die Aufnahme der Anilinfarben durch die lebende Zelle.
Szücs J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 737—774.

Anilinfarbenbestimmung (quantitative) mittels der lebenden Zelle.
Szücs J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 737—774.

Hillebrand S., Über die chemische Konstitution der Sodalith- und Nephelingruppe. (Achte Mitteilung über die Darstellung der Kieselsäuren.)
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 775—806.

Sodalithgruppe, Chemische Konstitution derselben.
Hillebrand S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 775—806.

Nephelingruppe, Chemische Konstitution derselben.
Hillebrand S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 775—806.

Kieselsäuren, dargestellt aus Sodalith, Nephelin.
Hillebrand S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 775—806.

Szücs J., Studien über Protoplasmapermeabilität. Über die Aufnahme der Anilinfarben durch die lebende Zelle und ihre Hemmung durch Elektrolyte.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 737—774.

Permeabilität des Protoplasmas. Über die Aufnahme der Anilinfarben durch die lebende Zelle und ihre Hemmung durch Elektrolyte.
Szücs J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 737—774.

Anilinfarbenaufnahme durch die lebende Zelle und ihre Beeinflussung durch Elektrolyte.
Szücs J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 737—774.

Elektrolytwirkung auf die Aufnahme der Anilinfarben durch die lebende Zelle
Szücs J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 737—774.

Anilinfarbenbestimmung (quantitative) mittels der lebenden Zelle
Szücs J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 737—774.

Hillebrand S., Über die chemische Konstitution der Sodalith- und Nephelingruppe. (Achte Mitteilung über die Darstellung der Kieselsäuren.)
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 775—806.

Sodalithgruppe, Chemische Konstitution derselben.
Hillebrand S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 775—806.

Nephelingruppe, Chemische Konstitution derselben.
Hillebrand S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 775—806.

Kieselsäuren, dargestellt aus Sodalith, Nephelin.
Hillebrand S., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 775—806.

Herzfeld St., Die Entwicklungsgeschichte der weiblichen Blüte von *Cryptomeria japonica* Don. Ein Beitrag zur Deutung der Fruchtschuppe der Coniferen.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 807—824.

Cryptomeria japonica Don., Entwicklungsgeschichte der weiblichen Blüte. Ein Beitrag zur Deutung der Fruchtschuppe der Coniferen.
Herzfeld St., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 807—824.

Entwicklungsgeschichte der weiblichen Blüte von *Cryptomeria japonica* Don. Ein Beitrag zur Deutung der Fruchtschuppe der Coniferen.
Herzfeld St., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 807—824.

Fruchtschuppe der Coniferen. Ein Beitrag zur Deutung der —. Entwicklungsgeschichte der weiblichen Blüte von *Cryptomeria japonica* Don.
Herzfeld St., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 807—824.

Coniferen, ein Beitrag zur Deutung der Fruchtschuppe derselben. Entwicklungsgeschichte der weiblichen Blüte von *Cryptomeria japonica* Don.
Herzfeld St., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 807—824.

Grafe V. und **Linsbauer K.**, Zur Kenntnis der Stoffwechselvorgänge bei geotropischer Reizung. (II. Mitteilung.)
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 827—852.

Linsbauer K. und **Grafe V.**, Zur Kenntnis der Stoffwechselvorgänge bei geotropischer Reizung. (II. Mitteilung.)
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 827—852.

Stoffwechselvorgänge bei geotropischer Reizung. Zur Kenntnis derselben. (II. Mitteilung.)
Grafe V. und Linsbauer K., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 827—852.

Reizung, geotropische. Zur Kenntnis der Stoffwechselvorgänge bei derselben. (II. Mitteilung.)
Grafe V. und Linsbauer K., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 827—852.

Geotropische Reizung. Zur Kenntnis der Stoffwechselvorgänge bei derselben. (II. Mitteilung.)
Grafe V. und Linsbauer K., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 827—852.

Vouk V., Untersuchungen über die Bewegung der Plasmodien. I. Teil. Die Rhythmik der Protoplasmaströmung.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 853—876.

Plasmodien, Untersuchungen über die Bewegung. I. Teil. Die Rhythmik der Protoplasmaströmung.
Vouk V., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 853—876.

Protoplasmaströmung, die Rhythmik derselben. I. Teil. Untersuchungen über die Bewegung der Plasmodien.
Vouk V., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 853—876.

Höhnel F., v., Fragmente zur Mykologie. (XII. Mitteilung, Nr. 574 bis 641).
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 877—958.

Mykologie, Fragmente zu derselben. (XII. Mitteilung, Nr. 574 bis 641.)
Höhnel F., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 877—958.

Paul Henning's Pilzgattungen, Revision I in Fragmente zur Mykologie. (XII. Mitteilung, Nr. 574 bis 641.)
Höhnel F., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad. I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 877—958.

Neue Pilzgattungen in Fragmente zur Mykologie. (XII. Mitteilung, Nr. 574 bis 641.)
Höhnel F., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 877—958.

Molisch H., Über die Fällung des Eisens durch das Licht und grüne Wasserpflanzen.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 959—984.

Fällung des Eisens durch das Licht und grüne Wasserpflanzen.
Molisch H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 959—984.

Eisenfällung durch das Licht und grüne Wasserpflanzen.
Molisch H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 959—984.

Licht, grüne Wasserpflanzen und die Fällung des Eisens.
Molisch H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 959—984.

Wasserpflanzen, grüne, Licht und die Fällung des Eisens.
Molisch H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 959—984.

Höhnel F., v., Fragmente zur Mykologie. (XII. Mitteilung, Nr. 574 bis 641).
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 877—958.

Mykologie, Fragmente zu derselben. (XII. Mitteilung, Nr. 574 bis 641.)
Höhnel F., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 877—958.

Paul Henning's Pilzgattungen, Revision I in Fragmente zur Mykologie. (XII. Mitteilung, Nr. 574 bis 641.)
Höhnel F., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 877—958.

Neue Pilzgattungen in Fragmente zur Mykologie. (XII. Mitteilung, Nr. 574 bis 641.)
Höhnel F., v., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 877—958.

Molisch H., Über die Fällung des Eisens durch das Licht und grüne Wasserpflanzen.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 959—984.

Fällung des Eisens durch das Licht und grüne Wasserpflanzen.
Molisch H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 959—984.

Eisenfällung durch das Licht und grüne Wasserpflanzen.
Molisch H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 959—984.

Licht, grüne Wasserpflanzen und die Fällung des Eisens.
Molisch H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 959—984.

Wasserpflanzen, grüne, Licht und die Fällung des Eisens.
Molisch H., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 959—984.

Seeger R., Versuche über die Assimilation von *Euphrasia* (sens. lat.) und über die Transpiration der Rhinantheen.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 987—1004.

Euphrasia, Versuche über die Assimilation dieser Gattung (sens. lat.) und über die Transpiration der Rhinantheen.
Seeger R., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 987—1004.

Rhinantheae, Versuche über die Transpiration derselben und über die Assimilation von *Euphrasia* (sens. lat.).
Seeger R., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 987—1004.

Scrophulariaceae, Versuche über die Assimilation von *Euphrasia* (sens. lat.) und über die Transpiration der Rhinantheen.
Seeger R., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 987—1004.

Transpiration, Versuche über dieselbe bei den Rhinantheen.
Seeger R., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 987—1004.

Assimilation, Versuche über dieselbe bei *Euphrasia* (sens. lat.).
Seeger R., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 987—1004.

Steuer A., Adriatische Planktoncopepoden.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 1005—1040.

Copepoden, adriatische Plankton- —.
Steuer A., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 1005—1040.

Planktoncopepoden, adriatische.
Steuer A., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 1005—1040.

Eriksson J., F. Zach's cytologische Untersuchungen über die Rostflecken des Getreides — und die Mycoplasmatheorie.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 1043—1050.

Mycoplasmatheorie, F. Zach's cytologische Untersuchungen über die Rostflecken des Getreides — und die —.
Eriksson J., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 1043—1050.

Richter O., Die horizontale Nutation.
Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 1051—1084.

Horizontale Nutation.
Richter O., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 1051—1084.

Nutation, horizontale.
Richter O., Sitz. Ber. der Wiener Akad., I. Abt., Bd. 119 (1910), p. 1051—1084.



Die Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse erscheinen vom Jahre 1888 (Band XCVII) an in folgenden vier gesonderten **Abteilungen**, welche auch einzeln bezogen werden können:

Abteilung I. Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physischen Geographie und Reisen.

Abteilung II a. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Astronomie, Physik, Meteorologie und Mechanik.

Abteilung II b. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Chemie.

Abteilung III. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Tiere sowie aus jenem der theoretischen Medizin.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichnisse ein Preis beigesetzt ist, kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Alfred Hölder, k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler (Wien, I., Rotenturmstraße 13), zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden auch in besonderen Heften unter dem Titel: »Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften« herausgegeben. 14 K — 14 M.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Originalauszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird, wie bisher, acht Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. 5 K — 5 M.





